

Relazione tecnica sulle attività della campagna oceanografica “AnchevaTir 2012”



I.A.M.C.-C.N.R. di Capo Granitola



S. Mangano, M. Pulizzi, G. Giacalone, I. Fontana, S. Genovese, G. Basilone, A. Bonanno, R. Ferreri, C. Patti, A. Gargano, M. Calabrò, M. Barra, A. Di Maria, B. De Luca, P. Calandrino, S. Fiorelli, S. Mazzola

INDICE

INTRODUZIONE.....	3
MATERIALI E METODI.....	4
RISULTATI.....	16
DISCUSSIONI E CONCLUSIONI.....	46
BIBLIOGRAFIA.....	49
ALLEGATI.....	50

INTRODUZIONE

La campagna oceanografica AnchevaTir 2012 (15 Giugno - 10 Luglio) a bordo della N/O “G. Dallaporta”, condotta dal Gruppo di Acustica applicata alla Valutazione delle Risorse dell’IAMC-CNR (U.O.S. di Capo Granitola) ha avuto come principale obiettivo la valutazione della distribuzione ed abbondanza di piccoli pelagici nell’area dello Stretto di Sicilia, piattaforma meridionale della Sicilia, da Marsala a oltre Capo Passero (GSA16, FAO sub area 37.2.2), con l’impiego di strumentazione elettroacustica.

Dal 2009 lo svolgimento dei survey acustici è garantito dal Progetto MEDIAS (*MEDiterranean Acoustic Surveys*), parte integrante del Programma Nazionale 2011-2013. Il Progetto prevede lo svolgimento di survey acustici annuali con lo scopo di valutare la biomassa e la distribuzione spaziale dei piccoli pelagici in aree del Mediterraneo, appartenenti all’Unione Europea. I survey acustici vengono condotti, in base ad un protocollo comune, dall’IEO lungo le coste spagnole, dall’IFREMER nel Golfo del Leone (Francia), dal CNR-ISMAR nel Mare Adriatico (Italia e Slovenia), dal CNR-IAMC nel Canale di Sicilia e nelle acque Maltesi, dall’HCMR nel Mare Egeo (Grecia) e da Bulgaria e Romania nel Mar Nero.

Le specie target del progetto sono le principali specie commerciali di piccoli pelagici, ossia l’acciuga (*Engraulis encrasicolus*) e la sardina (*Sardina pilchardus*).

Si tratta di specie a breve ciclo di vita caratterizzate da ampie oscillazioni interannuali nella biomassa.

A livello economico il gruppo costituito da acciughe, vongole, naselli, sardine e gamberi bianchi, rappresenta il 50% della produzione nazionale (rapporto IREPA 2011, osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia).

La produzione italiana per le due specie selezionate costituisce il 41% dell’intera produzione Mediterranea e la Sicilia contribuisce con il 26%, rispettivamente 13% acciughe e 13% sardine.

Benché la sardina costituisca la quota più cospicua della pesca dei piccoli pelagici nel Mediterraneo, l’acciuga ottiene i prezzi più elevati e rappresenta una delle più importanti risorse nell’ambito dell’industria della pesca.

La pressione della pesca è quindi assai più elevata per quanto attiene all’acciuga del Mediterraneo, in tutte le aree marine dove vive stagionalmente.

Gli obiettivi del suddetto survey acustico sono stati:

- Acquisizione di dati acustici sulle aggregazioni delle principali specie ittiche pelagiche (acciughe e sardine);
- campionamento biologico di esemplari di acciughe e sardine al fine di determinare lo stadio di maturità sessuale e la struttura per classi di taglia e per classi di età stock;
- stima della distribuzione spaziale delle due specie ittiche target nell’area di studio;
- determinazione della biomassa per classi di taglia e per classi di età di acciughe e sardine nell’area di studio;
- acquisizione dei profili delle principali variabili oceanografiche.

MATERIALI E METODI

Strumentazione installata a bordo

1. Echosounder EK60

Le rilevazioni acustiche degli stock di piccoli pelagici è stata eseguita con l'ausilio dell'echosounder scientifico Simrad EK60, con trasduttori split beam (38B, ES120-7C e ES200-7C) a scafo aventi rispettivamente frequenze 38, 120 e 200 kHz.

L'echosounder scientifico è stato calibrato per le 3 frequenze (38, 110, e 200 kHz) al termine dei transetti acustici effettuati nell'area di mare che si estende da Marsala a Siracusa (Fig. 2). La calibrazione ha avuto luogo nella baia prospiciente il porto di Siracusa, attraverso il metodo della sfera standard a TS noto (-33.7 dB per 38 kHz, -40.4 dB per 120 kHz e -44.80 dB per 200 kHz) (Allegato 2). Durante l'acquisizione dei segnali gli ecogrammi sono stati registrati attraverso il software di acquisizione e post-elaborazione EK60.

2. Rete Pelagica

Per il campionamento dei piccoli pelagici è stata adoperata una rete "Volante Monobarca" di lunghezza complessiva 78 m, lunghezza sacco 22 m con maglia di 18 mm, apertura verticale ed orizzontale bocca rispettivamente 7 m e 13 m per un'area della bocca di 90 m² circa, maglia iniziale 182x800 mm e maglia laterale di 400 mm. Il cavo da traino in acciaio adoperato è stato di 16 mm di diametro con calamenti lunghi 50 m. I divergenti, tipo AR 180, sono rettangolari, ognuno dei quali da 190x115 cm, del peso di circa 380 kg.

La figura 3 mostra la posizione delle cale con rete pelagica effettuate nel corso delle campagne AnchevaTir 2012 nelle diverse parti dell'area di studio.

Al fine di monitorare la rete durante il campionamento biologico (geometria della rete e parametri oceanografici) la stessa è stata corredata di un sistema acustico Simrad ITI, dotato dei sensori Trawl Eye. Per l'impiego di tale sistema, i trasduttori sono stati collocati sulla parte superiore della bocca della rete mentre una coppia di idrofoni, per la trasduzione dei segnali acustici ricevuti in segnali elettrici, è stata posizionata su un palo installato *ad hoc* per la durata della cala. Durante la cala l'imbarcazione ha viaggiato ad una velocità di 3 - 4 nodi.

Durante lo svolgimento di ciascuna cala l'EK60 ha acquisito dati acustici utili sia al controllo del fondo ma anche alla successiva fase di analisi. Inoltre, è stato impiegato il software della SIMRAD "ITI log" col quale sono stati registrati i parametri dei sensori della rete quali temperatura, profondità, apertura verticale della bocca della rete e distanza dal fondo.

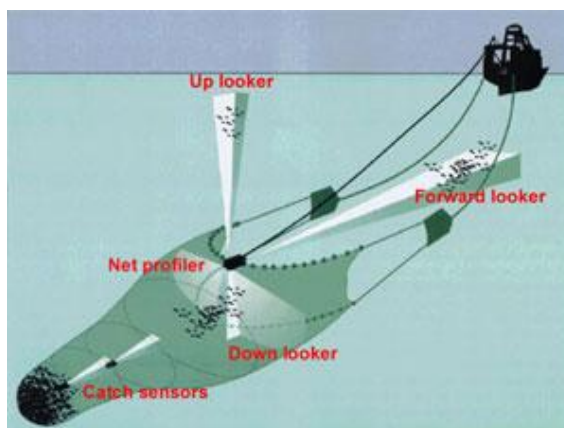


Figura 1: Particolare della rete pelagica e dei trasduttori acustici

3. Sonda multiparametrica SBE 9/11 plus

Il rilievo dei parametri fisico-chimici della colonna d'acqua è stato svolto con l'impiego della sonda Seabird 911 (CTD). La sonda è stata calata in mare a nave ferma dal portale oliopneumatico posto sulla paratia sinistra dell'imbarcazione con verricello a doppio tamburo e cavo conduttore armato da 8 mm. La sonda multiparametrica risultava, inoltre, dotata di sensori per la misura di pressione, temperatura, conducibilità, fluorescenza, trasmissione della luce, concentrazione di ossigeno disciolto e radiazione fotosinteticamente attiva (PAR, $0.38 \mu\text{m} \div 0.71 \mu\text{m}$).

Area di lavoro

L'area di lavoro si è estesa sulla piattaforma continentale prospiciente la costa meridionale della Sicilia. Ad ovest e ad est sono presenti rispettivamente il Banco Avventura e la piattaforma Siculo-Maltese che delimitano l'area di studio. Nel corso del survey sono stati acquisiti dati acustici ed oceanografici fino ad una profondità di circa 200 m che corrisponde alla profondità oltre la quale è decisamente raro individuare banchi di piccoli pelagici.

Si è scelto di iniziare il survey a partire da Marsala (punto più ad ovest) e proseguire verso est, seguendo in qualche modo anche la direzione dominante della corrente superficiale. La seconda parte della campagna di ricerca è stata svolta nelle acque maltesi sempre con l'impiego dell'echosounder scientifico Simrad EK60.

Nonostante il protocollo MEDIAS preveda che i dati acustici vengano acquisiti solo nel corso del periodo diurno, si è scelto di acquisirli sia di giorno che di notte in modo da poter eseguire un esperimento di confronto giorno/notte.

Il piano di campionamento adottato (survey design) ha previsto transetti paralleli e perpendicolari alla linea di costa e alle batimetriche. Soltanto l'area a sudest, corrispondente alla zona di Capo Passero, è stata investigata grazie ad un sistema di transetti disposti a zig-zag. L'adozione di tale disegno è stata legata alla particolare struttura delle batimetriche e della linea di costa. La distanza media tra i transetti paralleli è stata di 5 nmi (miglia nautiche). In totale, la distanza percorsa lungo i transetti e lungo gli spostamenti tra i transetti paralleli è stata di circa 591 nmi per un totale di 203 transetti (Fig. 2).

Nel dettaglio, nel corso dell'echosurvey durante il giorno sono stati acquisiti i dati acustici e sono state effettuate le cale con rete pelagica. Nel corso del periodo notturno sono stati rilevati i profili delle variabili oceanografiche mediante la sonda multiparametrica CTD e sono stati acquisiti anche dati acustici in alcuni transetti per poter condurre uno studio sulla distribuzione giorno/notte dei pesci pelagici nella colonna d'acqua.

Acquisizione ed analisi dei dati acustici

L'acquisizione dei dati acustici è stata effettuata con l'echosounder scientifico Simrad EK60 sopra descritto. L'analisi dei dati acustici (post-processing) è stata eseguita facendo uso del software SonarData EchoView (V. 4.90). Su ciascun ecogramma, dopo aver inserito i valori dei parametri di calibrazione, sono stati stimati i valori di NASC (*Nautical Area Scattering Coefficient*; MacLennan *et al.*, 2002) per ogni miglio nautico (EDSU) del survey. In particolare, sono stati stimati i valori di NASC totale, frutto dell'integrazione su tutta la colonna d'acqua del segnale retrodiffuso, e quelli relativi soltanto ai pesci (NASC Fish per EDSU).

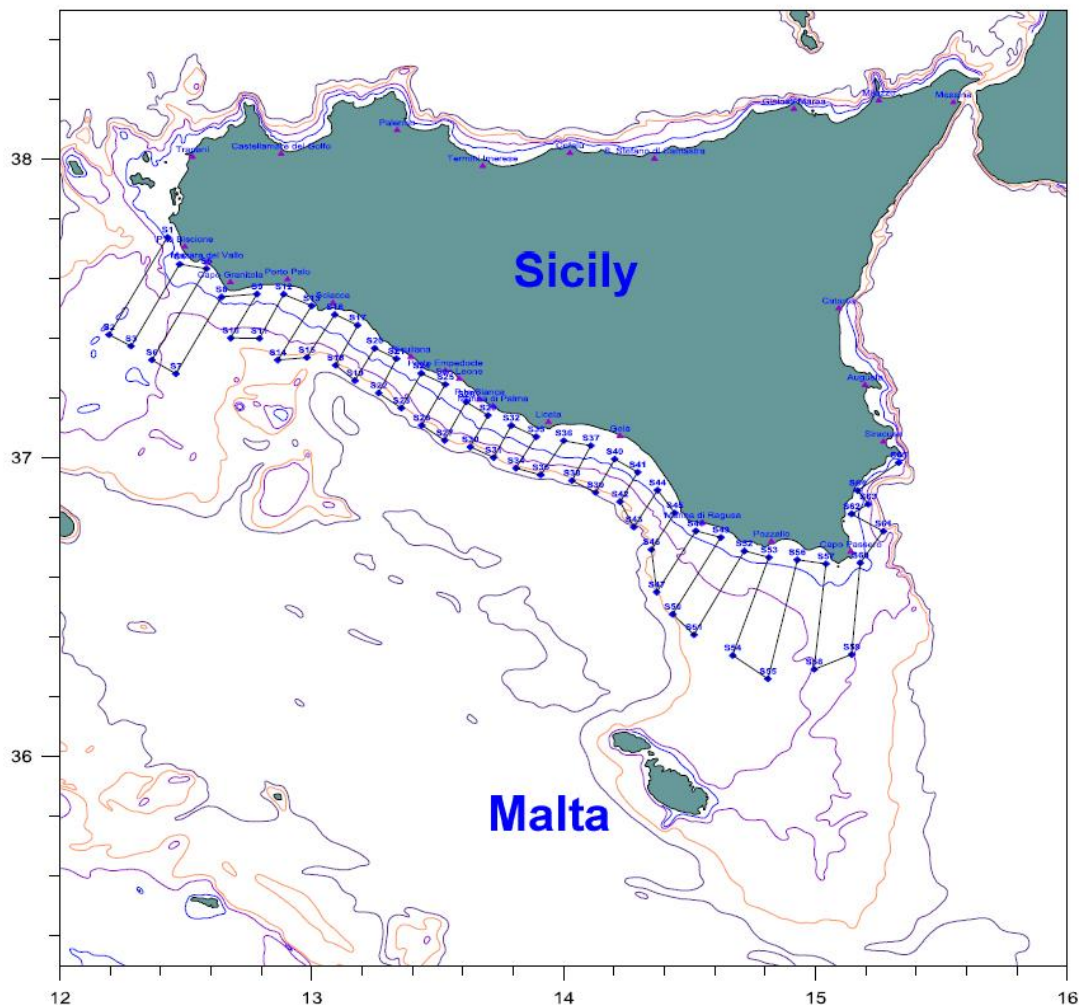


Figura 2: Transetti acustici nella GSA 16

Cattura ed analisi del campione biologico

I campionamenti biologici dei piccoli pelagici sono stati effettuati mediante rete pelagica dotata di sistema acustico Simrad ITI per il controllo della geometria della rete durante il campionamento come descritto nel paragrafo.

Prima di effettuare la pescata è risultato necessario ispezionare il fondale grazie all'impiego del sistema EK60 proprio al fine di individuare strutture (secche, massi isolati, relitti, risalite rocciose) che potessero diventare pericolose per la navigazione o impedire il corretto posizionamento della rete (Fig. 4). Successivamente alle suddette operazioni, la rotta è stata invertita e la rete è stata calata ripercorrendo il percorso in senso inverso. La durata di ciascuna cala è stata di trenta minuti; ogni cinque minuti sono state trascritte su supporto cartaceo le informazioni relative alla cala quali profondità, cavo filato, distanza tra la nave e la rete, velocità della nave, posizione della rete rispetto alla rotta della nave. Una volta imbarcate le reti, il totale del campione pescato è stato raccolto in specifici contenitori (coffe) e pesato con una stadera in modo da stimare il peso totale del campione. Da quest'ultimo è stato prelevato un subcampione rappresentativo dell'intero pescato ed è stato sottoposto a processamento previa una separazione dei pesci per specie (*sorting*). Per quanto riguarda le specie pelagiche, i singoli individui sono stati sottoposti a rilievi biometrici e divisi per classe di taglia. Successivamente, ogni classe è stata pesata ricavando così i dati morfometrici.

La metodologia di campionamento impiegata per ognuna delle pescate effettuate ha seguito una ben definita procedura suddivisa in 2 passaggi distinti:

- 1) Il primo prevede che la pescata venga pesata per intero e successivamente suddivisa per specie creando le seguenti classi: specie target 1, specie target 2, altre specie pelagiche, specie demersali.

In presenza di una cala abbondante in biomassa, un campione rappresentativo della pescata per ogni specie pelagica viene esaminato per la rilevazione dei principali parametri. In particolare le specie ittiche pelagiche, vengono raggruppate in classi di taglia al 1/2 cm, e gli individui contati e pesati a gruppi di taglia con l'accuratezza di 0.1 g. Anche gli esemplari di specie demersali vengono suddivisi in classi di taglia e pesati a gruppi. Altri gruppi zoologici quali crostacei e molluschi vengono contati e pesati senza suddivisioni in alcuna classe di taglia.

- 2) Per le specie target principali (sardine e acciughe) oltre al primo passaggio vengono anche rilevati a bordo altri parametri quali la lunghezza totale al mm, il peso totale (0.01 g), il sesso e la maturità delle adottando una scala di maturità redatta in un apposito workshop internazionale ICES nel 2008 (ICES, 2008 – WKSPMAT – Allegato 4). Per le determinazioni dell'età viene congelato un sottocampione rappresentativo della pescata e successivamente nei laboratori della U.O.S. di Capo Granitola (TP) dell'IAMC-CNR, vengono estratti gli otoliti da un sub campione di 5 individui per classe di taglia al 1/2 cm. Tale sub-campione è stato prelevato dal campione principale al fine di coprire quanto più possibile tutte le classi di lunghezza presenti nella cala. I criteri seguiti per le stime d'età sono quelli definiti nel corso di un altro workshop ICES tenutosi nel 2010 (ICES, 2010 – WKARA – Allegato 3). L'utilizzo di criteri condivisi dai ricercatori di vari paesi garantisce oltre ad un elevato standard qualitativo, anche la possibilità di comparare i risultati di aree e studi diversi. In allegato al presente rapporto vengono riportate la scala di maturità adottata e il protocollo per la lettura degli otoliti derivanti dai summenzionati workshop.

La determinazione di sesso, maturità ed età consente di ottenere stime della struttura della popolazione investigata. Rispetto alla stima indifferenziata della biomassa questa suddivisione in classi di maturità e d'età permette, infatti di valutare la capacità di rinnovo della popolazione di compensare l'effetto del prelievo da parte della pesca (Resilienza della popolazione). Tale caratteristica è di fondamentale importanza nelle specie a vita breve come acciughe e sardine.

Un'attività parallela viene svolta a bordo in particolare per l'acciuga europea (*Engraulis encrasicolus*). Tale attività riguarda il campionamento della frazione adulta della popolazione ai fini dell'applicazione del "Metodo di Produzione giornaliera delle uova" (DEPM). Tale metodo costituisce l'unico metodo di stima "diretto" della popolazione deponente alternativo a quello acustico.

L'attività per il DEPM a bordo prevede che se all'interno del campione pescato sono presenti un numero di individui sufficienti per le specie target, dopo aver pesato l'intero campione, da questo si preleva un subcampione (fino ad un massimo di 75 individui) che viene esaminato valutando i seguenti parametri:

- Lunghezza totale (± 1 mm) utilizzando degli appositi ittiometri;
- Peso totale ($\pm 0,01$ g); Peso somatico ($\pm 0,01$ g);
- Peso della gonade ($\pm 0,01$ g) con l'impiego di una bilancia di precisione stabilizzata;
- Determinazione del sesso;
- Stadio di maturità identificato attraverso un'ispezione visiva della gonade basandosi su una scala a 6 stadi prevista per l'analisi macroscopica.

Solo le gonadi femminili di ciascun individuo vengono prelevate, fissate in formalina tamponata al 4% ed etichettate in apposite schede indicando la data, il nome della campagna e il numero della cala, per poi essere studiate successivamente in laboratorio mediante analisi microscopica. La fissazione con formalina serve a bloccare i processi degenerativi della cellula, rendendo insolubili i

componenti strutturali, stabilizzando le proteine e inattivando gli enzimi idrolitici. Tutti gli ovari devono essere conservati entro e non oltre le due ore successive alla cattura così da evitare l'instaurarsi dei processi di degradazione e così da poter applicare i criteri istologici nella determinazione microscopica dello stadio di maturità (Alheit, 1985).

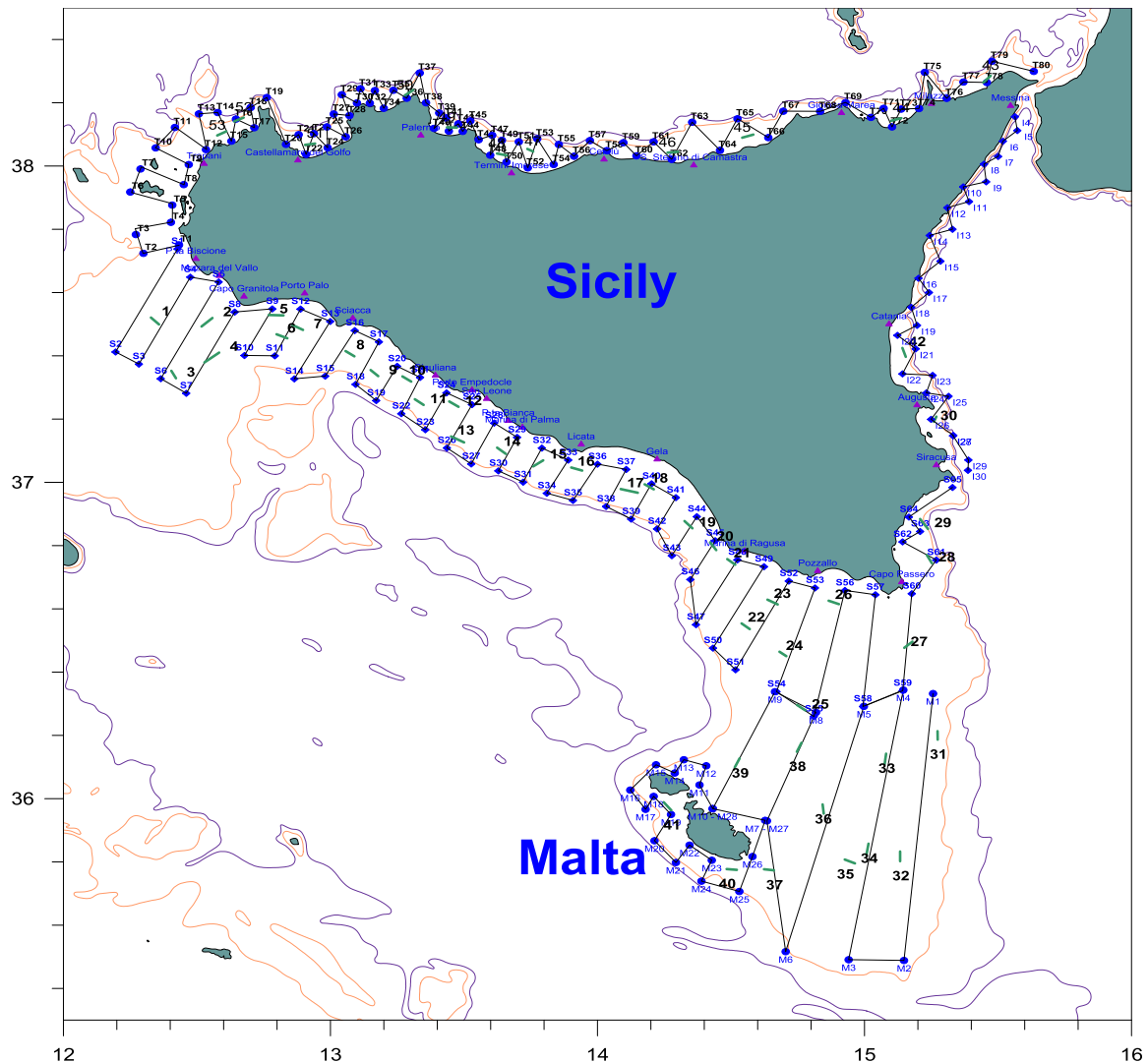


Figura 3: Cale con rete pelagica e transetti acustici effettuati nel corso della Campagna AnchevaTir 2012 (15 Giugno – 10 Luglio 2012)

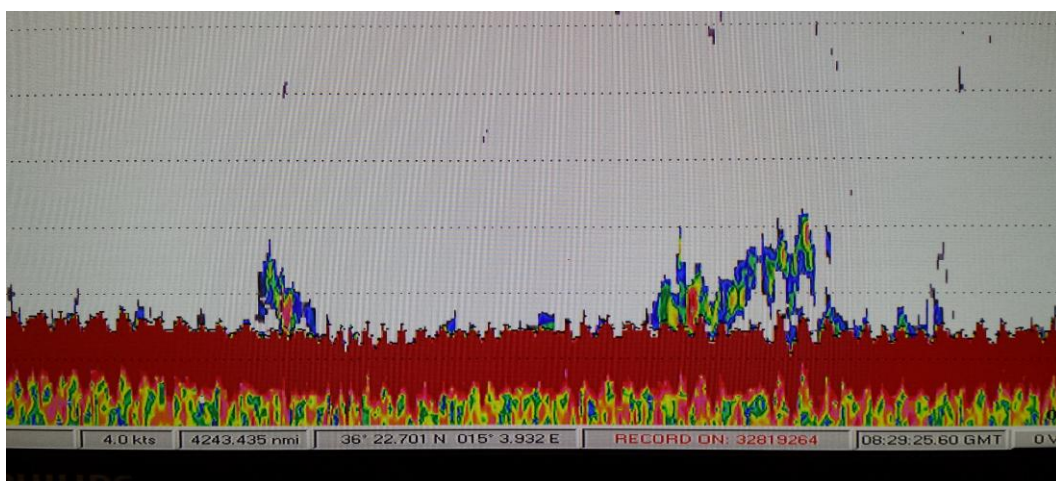


Figura 4: Particolare del fondo visualizzato attraverso il sistema EK60

Acquisizione ed analisi dei dati oceanografici

Il piano di campionamento adottato nel survey acustico è stato progettato al fine di rendere compatibili le procedure di misura relative alla stima della biomassa pelagica e allo studio delle caratteristiche delle masse d'acqua nello Stretto di Sicilia (Fig. 5).

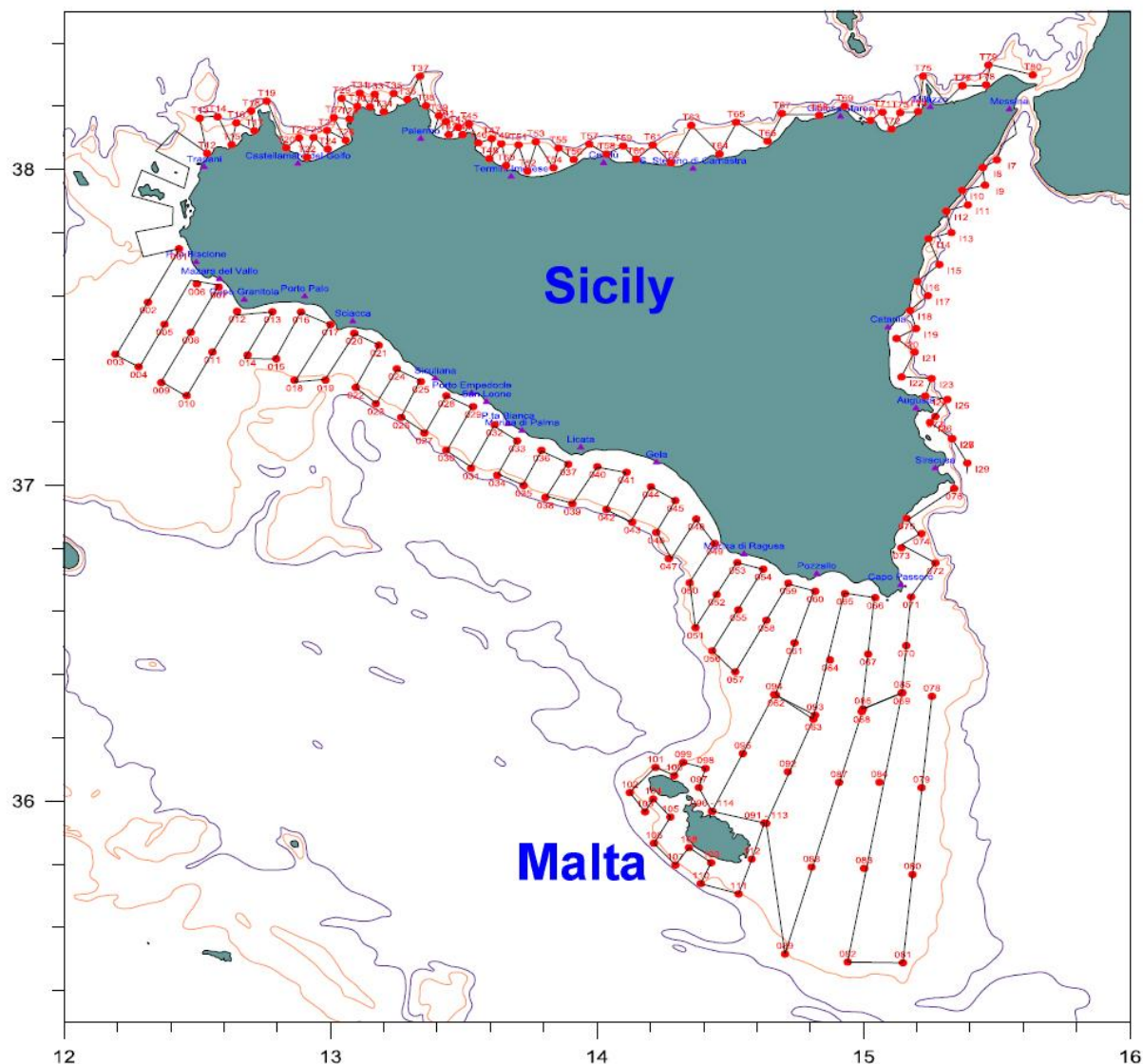


Figura 5 Posizione delle stazioni CTD effettuate nel corso del survey

Per ciascuna stazione sono stati generati tre file:

- nomefile.con (file di configurazione che registra i parametri dei diversi sensori installati);
- nomefile.hex (file contenente i dati in formato esadecimale);
- nomefile.hdr (file con informazioni sulla stazione).

Procedura per la stima di abbondanza

La procedura di stima dell'abbondanza delle specie target è stata eseguita a partire da specifiche relazioni TS vs. Lunghezza per ciascuna specie. Dal momento che non sono ad oggi disponibili tali relazioni per il Mediterraneo, si è scelto di utilizzare per l'acciuga la relazione TS vs. Lunghezza in dB/kg proposta da Barange *et al.* (1996), tenendo conto della seguente formula

$$\text{TSdB/kg} = \text{TSdB} - 10\text{Log } w$$

in cui w è il peso in kg del singolo esemplare.

In tal caso, la relazione per le acciughe

$$\text{TSdB/kg} = -12.15 \text{ LogL} - 21.12$$

diviene

$$\text{TSdB} = 20 \text{ LogL} - 75.30$$

e infine

$$\text{TSdB} = 20\text{LogL} - 72.6 \text{ mentre}$$

per le altre specie pelagiche (OPS) è stata impiegata la relazione

$$\text{TSdB} = 20\text{LogL} - 71.2$$

(suggerita per i clupeidi dall'*Herring Survey Planning Group* dell'ICES, Ona, 1999).

La procedura di stima ha previsto quindi i due passi di seguito riportati:

1. Procedura di analisi dei dati acustici e integrazione delle informazioni relative alle catture di controllo;
2. Procedura per la stima del numero di individui e della biomassa per classe di lunghezza e classe di età nello stock.

Procedura di analisi dati acustici e integrazione delle informazioni relative alle catture di controllo

Il presente paragrafo riporta la procedura seguita per suddividere i valori stimati di NASC Fish in relazione alle specie di piccoli pelagici catturati nel corso delle catture di controllo. In genere, tale operazione dipende dalle specie ittiche, dalle caratteristiche dei fondali, dall'idrologia, ecc. Nel caso specifico dello Stretto di Sicilia, sia per tenere conto di tali aspetti e sia per tenere nella giusta considerazione la composizione specifica rilevata nelle catture sperimentali effettuate nei diversi survey precedenti, si è scelto di adottare il "metodo della cattura più vicina" (The '*Nearest Haul*' method – Petitgas *et al.*, 2003), in base al quale l'area investigata è stata suddivisa in sub-aree caratterizzate da omogeneità nelle condizioni del fondo, nelle caratteristiche oceanografiche e nel tipo di aggregazioni (banchi) di pesci. All'interno di ciascuna sub-area è stata effettuata almeno una cattura di controllo con rete pelagica. In tal modo i valori di NASC per ogni punto di integrazione ricadente nella sub-area possono essere attribuiti alle diverse specie e alle diverse classi di taglia individuate nella cattura di controllo.

Nel condurre tale procedura occorre, inoltre, effettuare un'ispezione "visiva" di ogni ecogramma poiché frequentemente la forma e le caratteristiche geometriche ed energetiche dei banchi di pesce dipendono dalla specie stessa.

Generalmente, con l'aiuto di semplici relazioni matematiche, è possibile definire l'equazione per il calcolo della densità superficiale per ogni intervallo di integrazione, per ogni specie ittica nella cattura e per ogni classe di taglia.

Dalla *g-esima* cattura di controllo viene estratto un subcampione rappresentativo della cattura totale. L'analisi in laboratorio del subcampione permette di calcolare il numero di specie (n) ed il numero di individui per ciascuna delle m classi di taglia. Insieme alle proporzioni per specie (n_j), nella cattura vengono stimate anche le proporzioni per ciascuna classe di taglia k ($k = 1, \dots, m$) e per ogni specie f_{jk} , come segue:

$$\sum_{j=1}^n v_j = 1 \qquad \sum_{k=1}^m f_{jk} = 1$$

dove

$$v_j = \frac{n_j}{N} \qquad \text{e} \qquad f_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j}$$

essendo

n_j = numero totale di esemplari della specie j nel campione,

n_{jk} = numero totale di esemplari nelle k classi di taglia della specie j nel campione,

N = numero totale di esemplari nel campione.

Per la specie j e la classe di taglia k il coefficiente di scattering è

$$NASC_{ajk} = \rho_{ajk} * \sigma_{spjk}$$

in cui

ρ_{ajk} = densità superficiale di pesce della classe di taglia k e specie j [n° di pesci/mn²],

σ_{spjk} = sezione trasversale di scattering della classe di taglia k e specie j

data da

$$\sigma_{spjk} = 4\pi * 10^{\frac{TS_{jk}}{10}} \qquad \text{con} \qquad TS_{jk} = a_j \log_{10}(L_k) + b_j$$

in cui L_k è la lunghezza della k -esima classe di taglia in cm. Il coefficiente di scattering per la specie j per ogni miglio nautico è

$$NASC_{aj} = \sum_{k=1}^m \rho_{ajk} * \sigma_{spjk}$$

ed il coefficiente di scattering per miglio nautico per tutte le specie è

$$NASC_a = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m \rho_{ajk} * \sigma_{spjk}$$

D'altra parte, la densità superficiale della classe di taglia k della specie j [n° di pesci/mn²] è

$$\rho_{ajk} = \rho_a * v_j * f_{jk}$$

in cui ρ_a [n° di pesci/mn²] è la densità di specie ittiche pelagiche. Dopo alcuni semplici passaggi, si otterrà

$$NASC_a = \rho_a \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m v_j * f_{jk} * \sigma_{spjk}$$

Per il generico punto di integrazione il coefficiente di scattering $NASC_a$ può essere espresso in termini della densità superficiale di pesce di classe di taglia k e specie j attraverso la

$$NASC_a = \frac{\rho_{ajk}}{v_j * f_{jk}} * \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m v_j * f_{jk} * \sigma_{spjk}$$

e sostituendo n_j e f_{jk} , si ottiene

$$\rho_{ajk} = \frac{NASC_a * n_{jk}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m n_{jk} * \sigma_{spjk}} \quad \text{n° di pesci/mn}^2$$

o anche

$$\rho_{ajk} = \frac{NASC_a * n_{jk} * w_{jk} * 10^{-6}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m n_{jk} * \sigma_{spjk}} \quad \text{t/mn}^2$$

dove w_{jk} è il peso medio (g) della classe di taglia k della specie di pesce j .

Nell'ultima equazione il termine $n_{jk} * w_{jk}$ è il peso totale della classe di taglia k della specie di pesce j (W_{jk} in g).

L'espressione finale per ρ_{ajk} in t/mn² è

$$\rho_{ajk} = \frac{NASC_a * W_{jk} * 10^{-6}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m n_{jk} * \sigma_{spjk}} \quad \text{t/mn}^2$$

La densità superficiale per la specie j è data da

$$\rho_{aj} = \sum_{k=1}^m \rho_{ajk} = \frac{NASC_a * 10^{-6} * \sum_{k=1}^m W_{jk}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m n_{jk} * \sigma_{jk}} = \frac{NASC_a * 10^{-6} * W_j}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m n_{jk} * \sigma_{jk}}, \text{ t/mn}^2$$

dove W_j è il peso totale della specie di pesce j (in grammi) nel campione.

La densità superficiale totale di pesce nel campione è

$$\rho_a = \sum_{j=1}^n \rho_{aj} = \frac{NASC_a * 10^{-6} * \sum_{j=1}^n W_j}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m n_{jk} * \sigma_{jk}} = \frac{NASC_a * 10^{-6} * W}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m n_{jk} * \sigma_{jk}}, \text{ t/mn}^2$$

dove W è il peso totale (in grammi) del campione di pesce.

Nel caso in cui vengano impiegate le relazioni TS vs. lunghezza espresse in dB/kg, occorre stimare le proporzioni v_j delle specie nel campione e le proporzioni di ciascuna classe di taglia per ciascuna specie f_{jk} in funzione dei pesi dei singoli individui per ciascuna classe di taglia k e per ciascuna specie:

$$v_j = \frac{W_j}{W}$$

$$f_{jk} = \frac{W_{jk}}{W_j}$$

Applicando la stessa procedura riportata precedentemente, le equazioni per il calcolo della densità superficiale diventano

$$\rho_{ajk} = \frac{S_A * W_{jk} * 10^{-6}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m W_{jk} * \sigma_{spjk}} \text{ t/mn}^2$$

$$\rho_{aj} = \frac{S_A * W_j * 10^{-6}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m W_{jk} * \sigma_{spjk}} \text{ t/mn}^2$$

$$\rho_a = \frac{S_A * W * 10^{-6}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m W_{jk} * \sigma_{spjk}} \text{ t/mn}^2$$

Ottenuti i valori della densità superficiale per specie e per classe di taglia, occorre applicare una procedura di interpolazione spaziale (Kriging) dei dati. Per ciascuna specie target la stima della

biomassa è stata quindi ottenuta valutando il volume della superficie interpolante costruita sulle densità ρ_{aj} . Per tali passi si è fatto uso del pacchetto software SURFERc (Ver. 9.9 – Golden Software).

Procedura per la stima del numero di individui e della biomassa per classe di lunghezza e classe di età nello stock

La procedura adottata per stimare il numero d'individui e la biomassa per ciascuna classe di lunghezza e ciascuna classe di età è descritta di seguito. Sia n_{ij} = numero di individui nella classe di lunghezza j e classe di età i utilizzati per la stima delle chiavi Età - Lunghezza (ALK); n_{ij} può essere espresso in termini di numero di individui o in percentuale (%).

in cui $j = 1 \dots n$ con n = numero di classi di lunghezza
 $i = 1 \dots m$ con m = numero di classi di età

FF_j = numero di individui nella classe di lunghezza j nella distribuzione di frequenze di lunghezza pesata per gruppi di cale e acustica.

Il termine n_{ij} può essere espresso anche come somma degli individui maschi, femmine ed indeterminati, ovvero

$$n_{ij} = F_{ij} + M_{ij} + U_{ij}$$

La proporzione della classe di lunghezza j nel campione di lunghezza è data da

$$H_j = \frac{FF_j}{\sum_{j=1}^n FF_j}$$

e la porzione del gruppo di età i nella classe di lunghezza j è

$$q_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_{i=1}^m n_{ij}} = \frac{F_{ij} + M_{ij} + U_{ij}}{\sum_{i=1}^m (F_{ij} + M_{ij} + U_{ij})}$$

La proporzione p_i del gruppo di età i nello stock è

$$p_i = \sum_{j=1}^n p_{ij} \quad \text{dove} \quad p_{ij} = H_j \cdot q_{ij} = H_j \cdot \frac{F_{ij} + M_{ij} + U_{ij}}{\sum_{i=1}^m (F_{ij} + M_{ij} + U_{ij})} \quad \text{oppure}$$

Di conseguenza si avrà

$$p_{Ui} = \sum_{j=1}^m H_j \cdot \frac{U_{ij}}{\sum_{i=1}^m (F_{ij} + M_{ij} + U_{ij})} \quad p_{Fi} = \sum_{j=1}^m H_j \cdot \frac{F_{ij}}{\sum_{i=1}^m (F_{ij} + M_{ij} + U_{ij})} \quad p_{Mi} = \sum_{j=1}^m H_j \cdot \frac{M_{ij}}{\sum_{i=1}^m (F_{ij} + M_{ij} + U_{ij})}$$

Il numero di individui appartenenti alla classe di lunghezza j è

$$N_j = \frac{N \cdot FF_j}{\sum_{j=1}^n (FF_j \cdot w_j)}$$

In cui N è la biomassa dello stock (kg) stimata acusticamente e w_j è il peso medio (kg) dell'individuo della classe di lunghezza j . Per ciascuna classe di lunghezza j la biomassa è data da

$$W_j = N_j w_j$$

Il numero di individui appartenenti alla classe di età i è

$$N_{Ai} = p_i \sum_{j=1}^n N_j$$

che può essere espresso anche come

$$N_{U Ai} = p_{Ui} \sum_{j=1}^n N_j \quad N_{F Ai} = p_{Fi} \sum_{j=1}^n N_j \quad N_{M Ai} = p_{Mi} \sum_{j=1}^n N_j$$

e la biomassa per ciascuna classe di età è data da

$$W_{Ai} = \sum_{j=1}^n \left[w_j \cdot p_{ij} \cdot \sum_{j=1}^n N_j \right]$$

ovvero

$$W_{U Ai} = \sum_{j=1}^n \left[w_j \cdot p_{Uij} \cdot \sum_{j=1}^n N_j \right] \quad W_{F Ai} = \sum_{j=1}^n \left[w_j \cdot p_{Fij} \cdot \sum_{j=1}^n N_j \right] \quad W_{M Ai} = \sum_{j=1}^n \left[w_j \cdot p_{Mij} \cdot \sum_{j=1}^n N_j \right]$$

RISULTATI

Il survey acustico condotto sulla piattaforma meridionale della Sicilia ha coperto una distanza di 591 nm (miglia nautiche) per un'area complessiva di 2382 nm². Il valore del fattore di copertura (degree of coverage – Aglen, 1989) F è stato quindi

$$F = \frac{L}{\sqrt{A}} = \frac{591 \cdot \text{nm}}{\sqrt{2382 \cdot \text{nm}^2}} = 12.11$$

Distribuzione spaziale del NASC Fish (Fish NASC per EDSU)

L'analisi dei dati acustici acquisiti nel corso della campagna “AnchevaTir 2012”, eseguita tramite il pacchetto software SonarData EchoviewR, ha permesso di stimare per ciascun miglio nautico del survey il valore di NASC totale, frutto dell'integrazione su tutta la colonna d'acqua di tutto il segnale retrodiffuso, e quelli relativi soltanto ai pesci (NASC Fish per EDSU). In figura 6 è riportata la distribuzione spaziale del NASC Fish nell'area di studio.

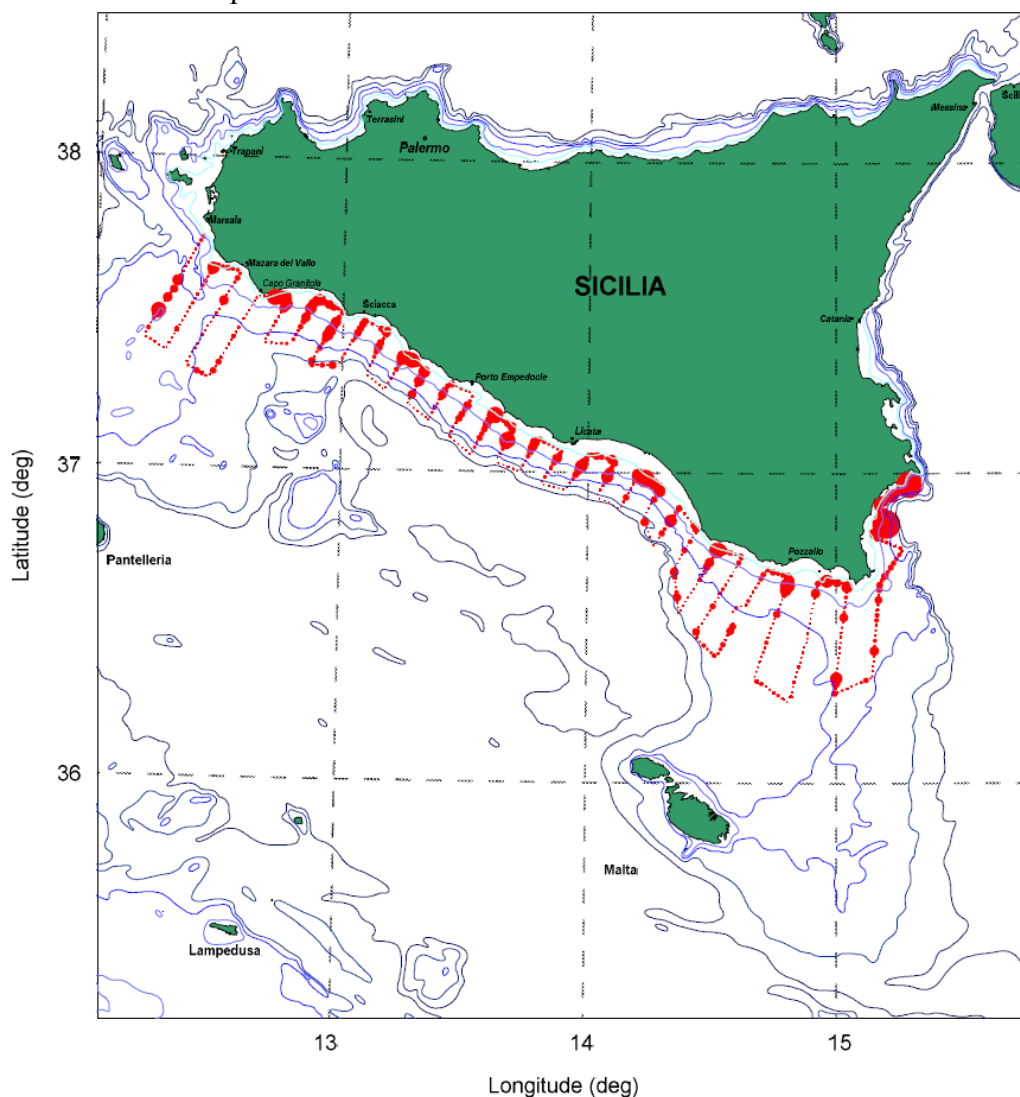


Figura 6: NASC Fish per le specie pelagiche (m²/nm²)

La tabella si seguito riporta la statistica di base sui valori di NASC Fish .

	Valore minimo	Valore massimo	Valore medio	Errore standard	Deviazione standard
NASC (m ² /nm ²)					
Pelagic Fish	0.00	3407.61	93.16	10.086	245.198

Nella fase di analisi si è scelto di escludere dalla stima i contributi al NASC relativi allo strato di circa 50 cm dal fondo, evitando così di includere nell'integrazione eventuali contributi dovuti alle specie non pelagiche. Di conseguenza, si è assunto che

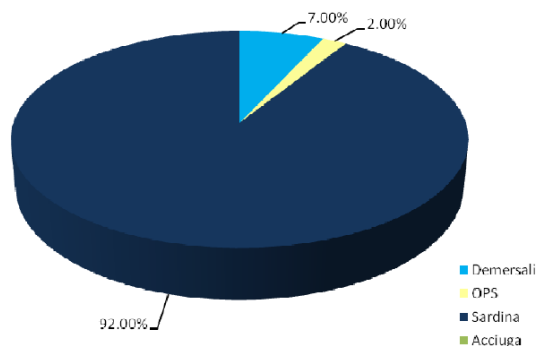
$$\text{NASC Fish} = \text{NASC Acciughe} + \text{NASC Sardine} + \text{NASC OPS}$$

in cui il termine NASC OPS (Other Pelagic Species) tiene conto del back-scattering acustico prodotto dalle specie pelagiche presenti nell'area di studio e per le quali non è possibile stimare abbondanza e distribuzione.

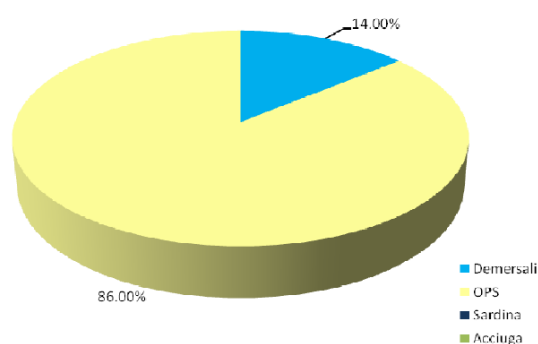
Composizione delle catture con rete pelagica

Di seguito viene riportata nel formato *pies charts* la composizione percentuale per specie della biomassa ittica relativa alle catture con rete pelagica effettuate nel corso del survey (in blu cobalto la percentuale di sardina, in verde quella di acciuga, in azzurro i demersali e infine in giallo gli OPS).

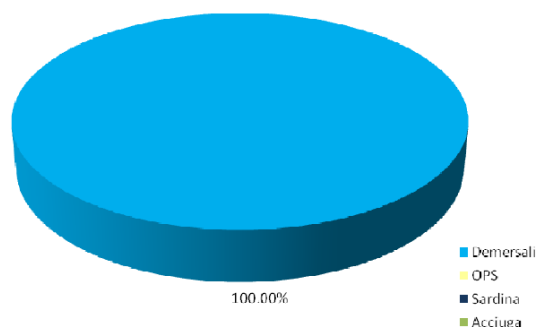
Cala 2



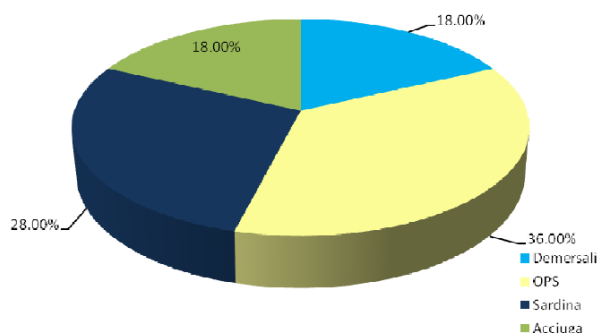
Cala 3



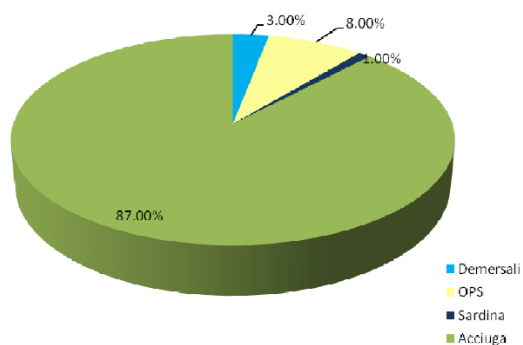
Cala 4



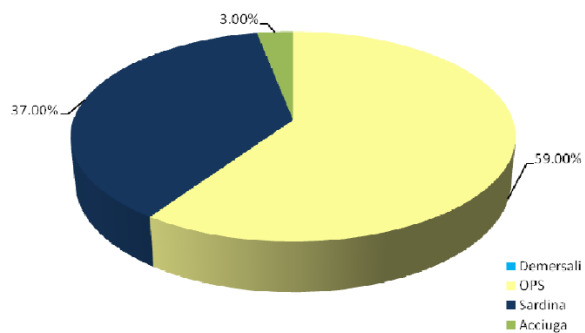
Cala 5



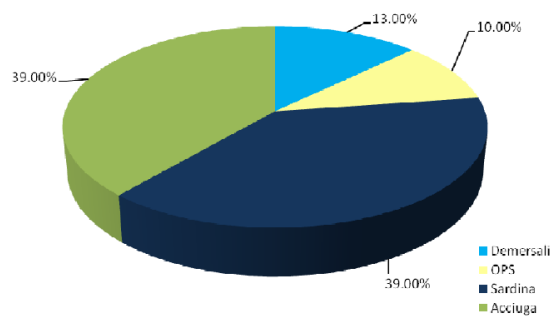
Cala 6



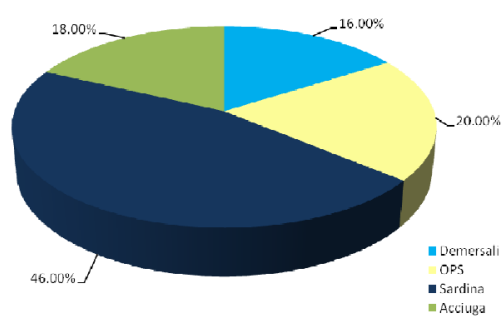
Cala 7



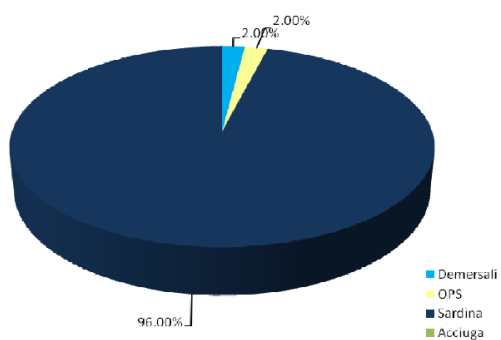
Cala 8



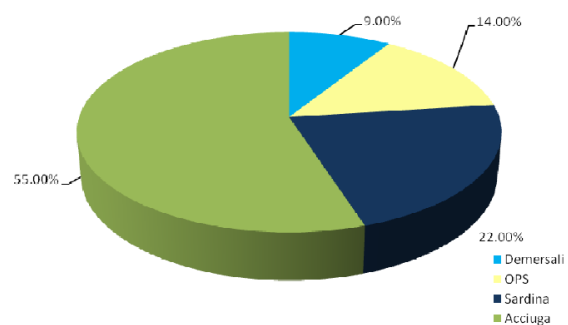
Cala 9



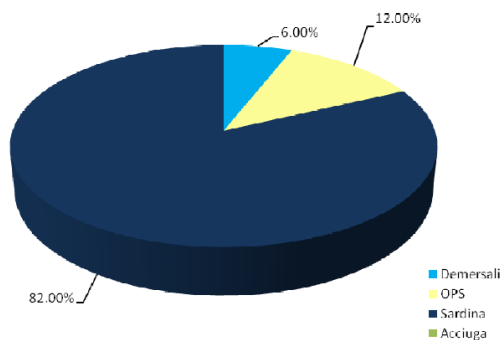
Cala 10



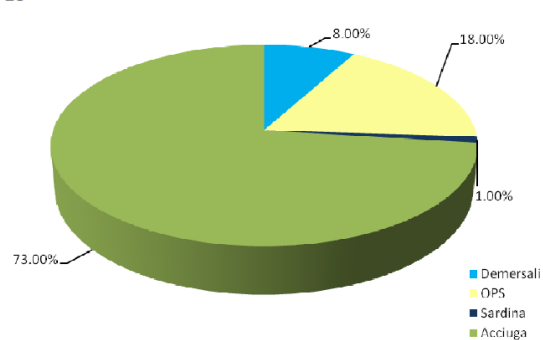
Cala 11



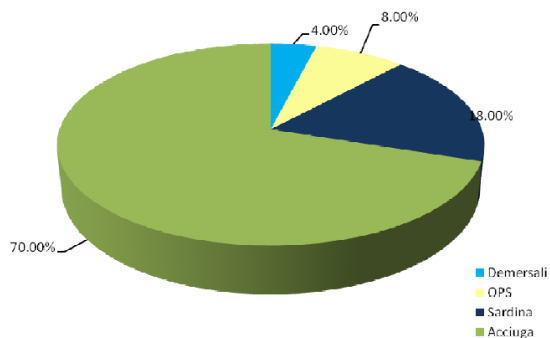
Cala 12



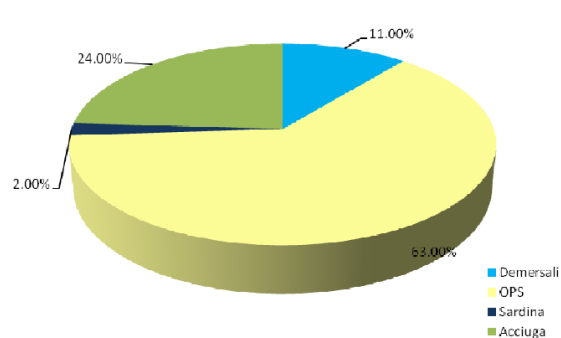
Cala 13



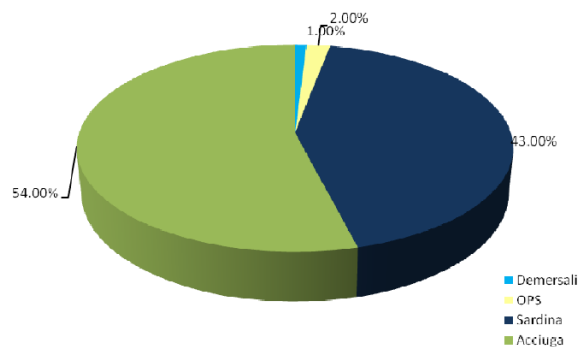
Cala 14



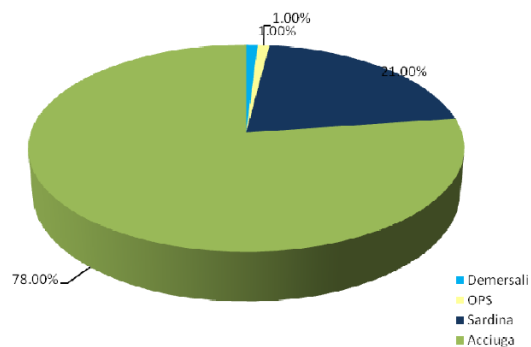
Cala 15



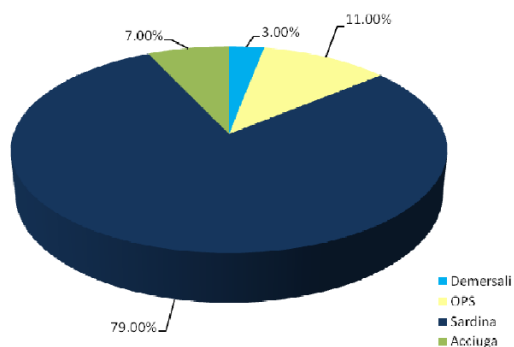
Cala 16



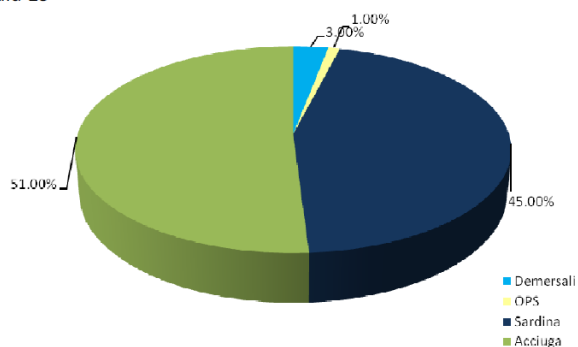
Cala 17



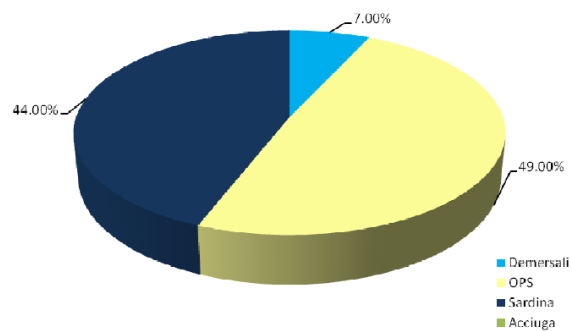
Cala 18



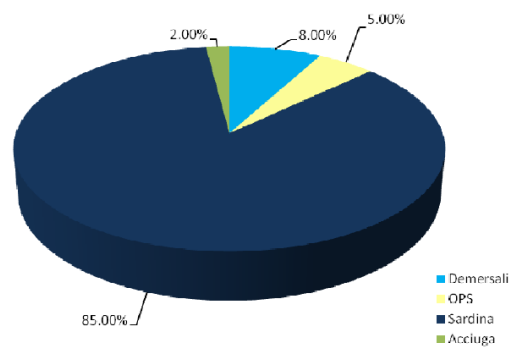
Cala 19



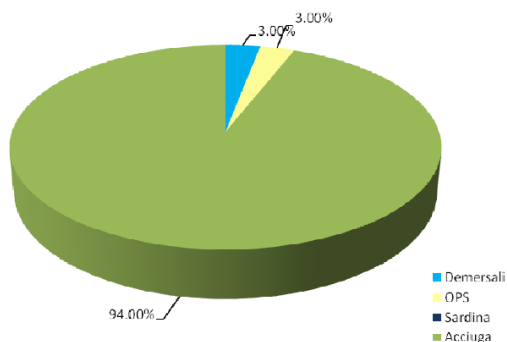
Cala 20



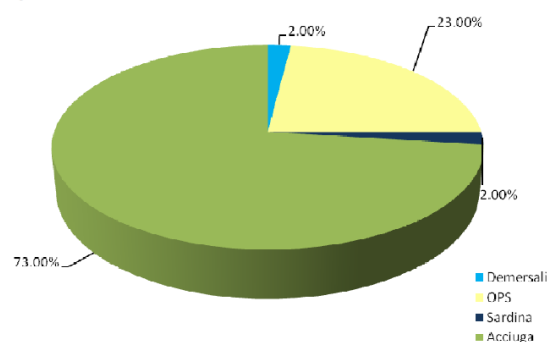
Cala 21



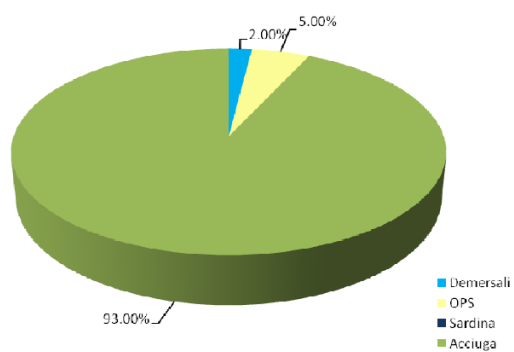
Cala 22



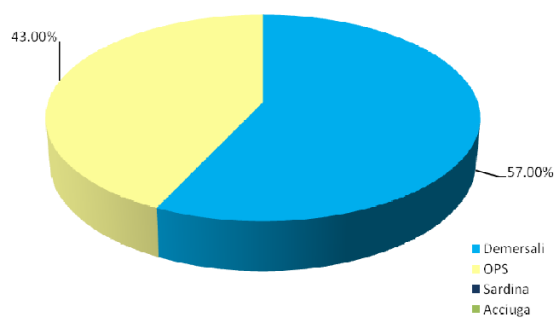
Cala 23



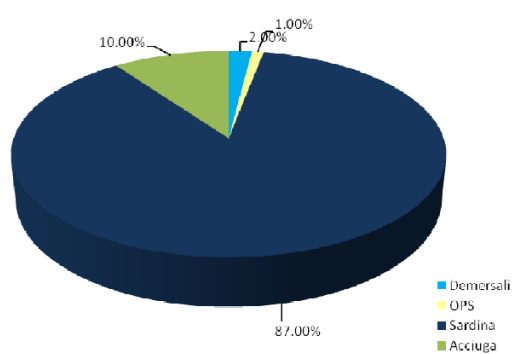
Cala 24



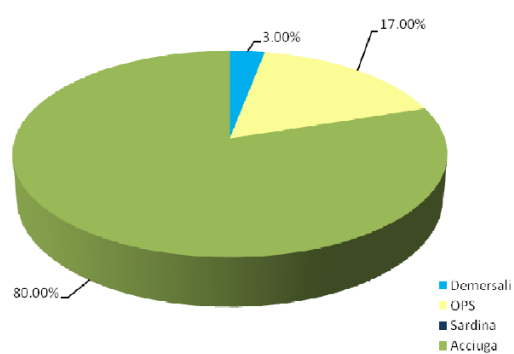
Cala 25



Cala 26



Cala 27



Abbondanza e distribuzione della biomassa di acciuga (*Engraulis encrasicolus*) (NASC, Biomass and Numbers per EDSU)

L'applicazione della procedura per la stima di biomassa ha permesso di valutare una biomassa di acciughe pari a 14319.08 t in un'area di 2382 nm².

La stima è stata ottenuta applicando il metodo del Kriging sulle densità (t/nm²).

La successiva tabella riporta la statistica di base sui valori di NASC e densità per EDSU.

	Valore minimo	Valore massimo	Valore medio	Errore standard	Deviazione standard
NASC (m ² /nm ²)	0	1965.23	27.95	5.085	123.62
Densità (t/nm ²)	0	532.608	5.174	1.006	28.308
Densità (ind./nm ²)	0	39575124	383454	74447.7	2095143.3

Le figure 7, 8 e 9 mostrano la distribuzione spaziale di NASC, Biomassa e Numeri di acciughe per EDSU.

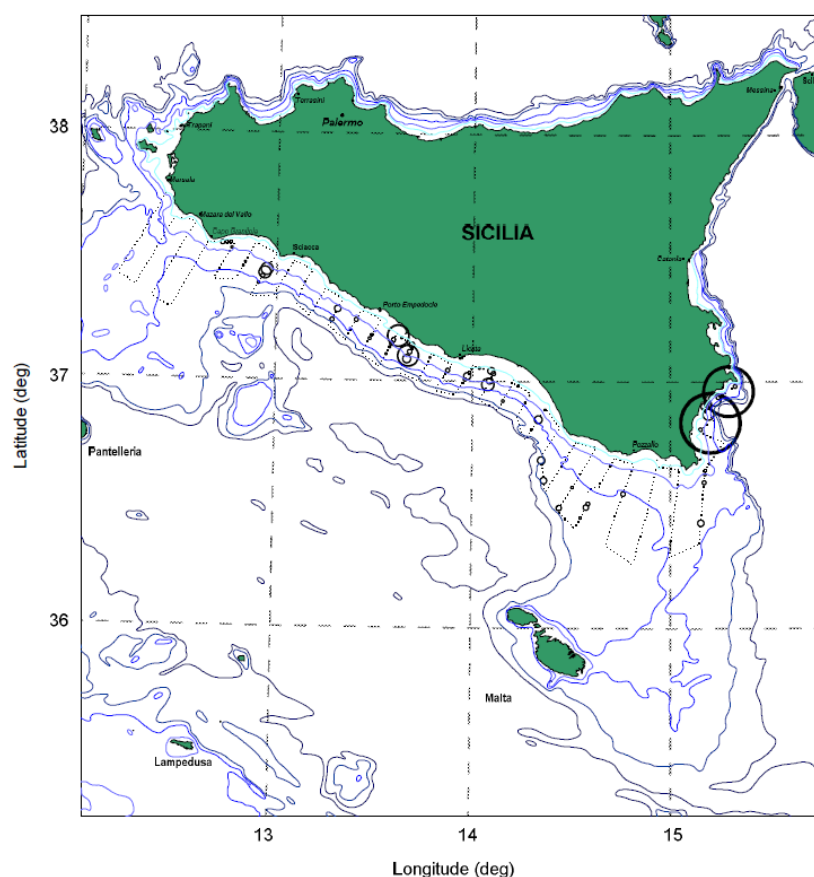


Figura 7: Acciughe NASC (m²/nm²)

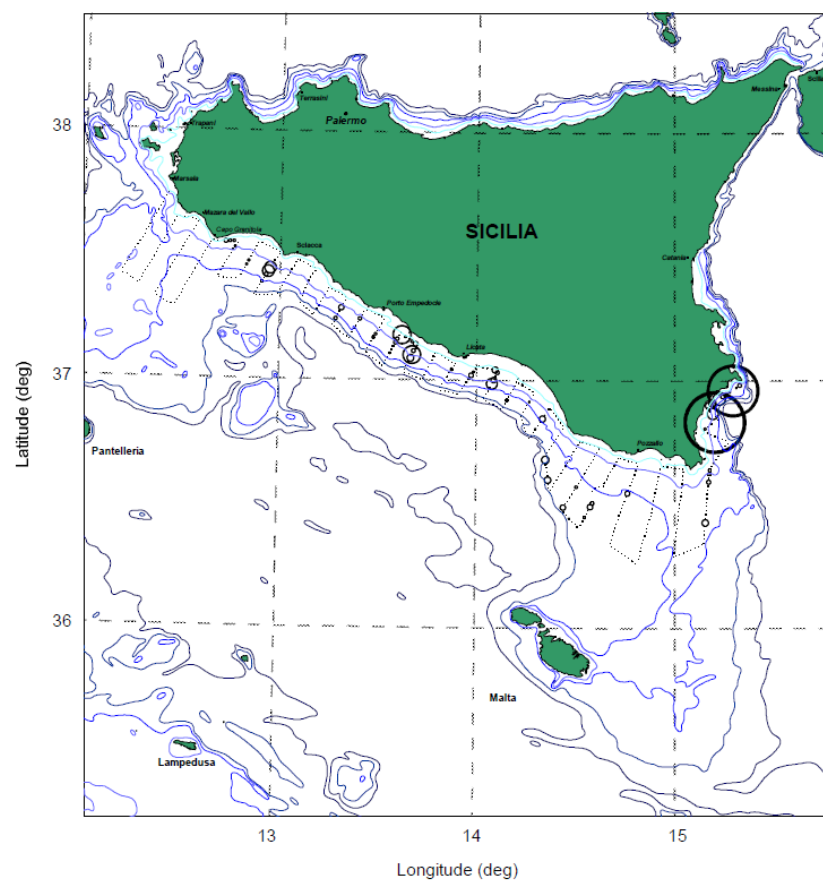


Figura 8: Densità di acciughe (t/nm^2)

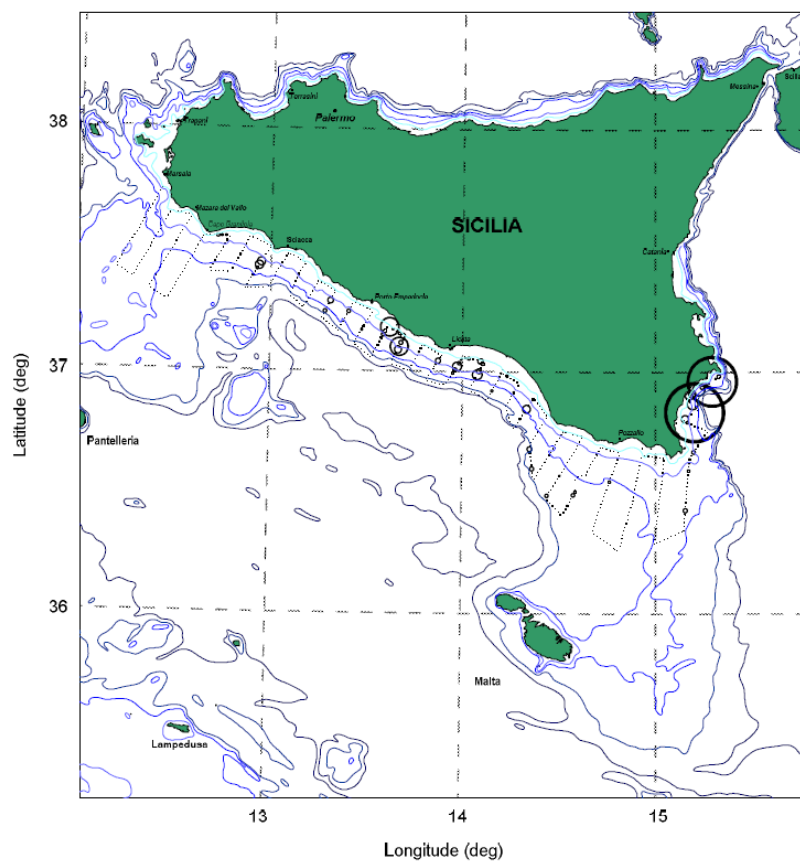


Figura 9: Densità di acciughe ($ind./nm^2$)

Abbondanza e distribuzione della biomassa di sardina (*Sardina pilchardus*) (NASC, Biomass and Numbers per EDSU)

La biomassa di sardine, ottenuta applicando il metodo del Kriging sulle densità (t/nm^2), è pari a 13407.17 t in un'area di 2382 nm^2 .

La successiva tabella riporta la statistica di base sui valori di NASC e densità per EDSU.

	Valore minimo	Valore massimo	Valore medio	Errore standard	Deviazione standard
NASC					
(m^2/nm^2)	0	1079.68	41.44	4.93	119.93
Densità					
(t/nm^2)	0	160.72	4.61	0.56	15.68
Densità					
(ind./ nm^2)	0	17588122	343199	44517.4	1252830.6

Le figure 9, 10 e 11 mostrano la distribuzione spaziale di NASC, Biomassa e Numeri di sardine per EDSU.

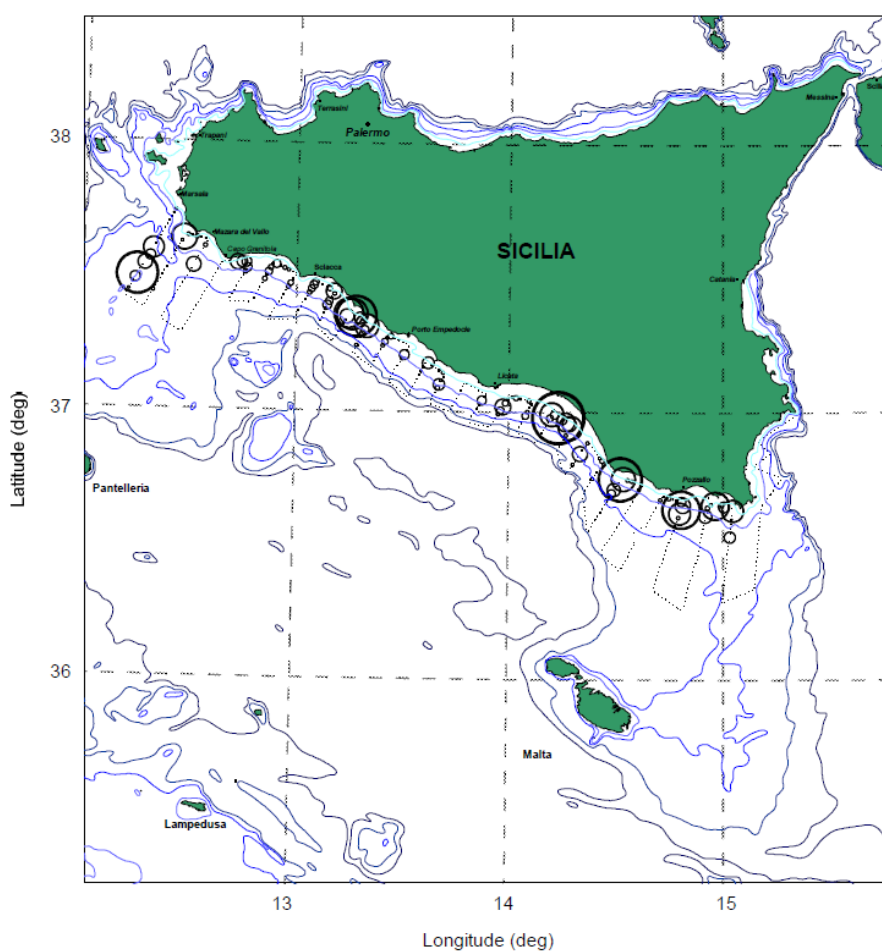


Figura 9: Sardine NASC (m^2/nm^2)

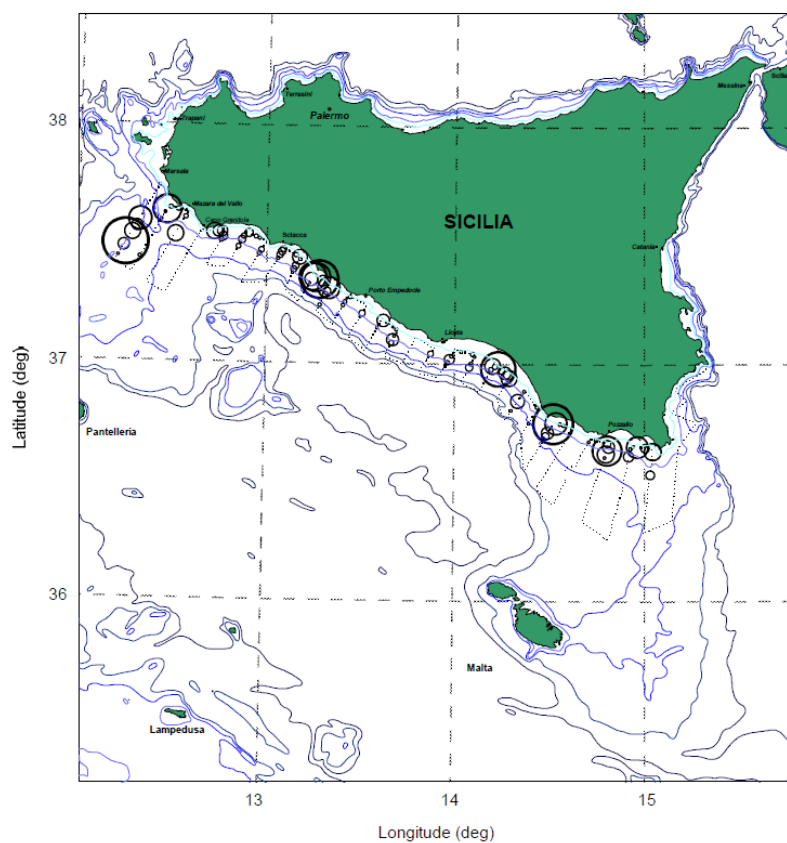


Figura 10: Densità di sardine (t/nm^2)

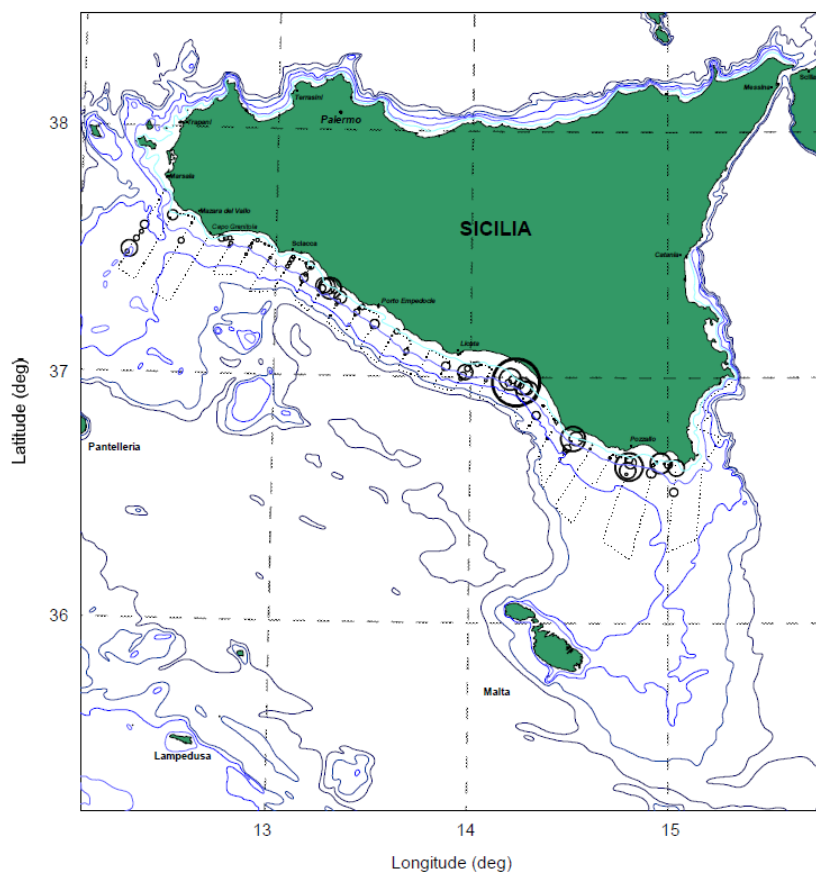


Figura 11: Densità di sardine ($ind./nm^2$)

Caratterizzazione del campione di acciuga (*Engraulis encrasicolus*)

L'analisi delle classi di taglia delle acciughe catturate durante il survey ha mostrato una distribuzione bimodale attorno alle classi di lunghezza totale 10.5-11 e 13-13.5; tali dati testimoniano la presenza di giovanili o reclute nell'area campionata durante il survey.

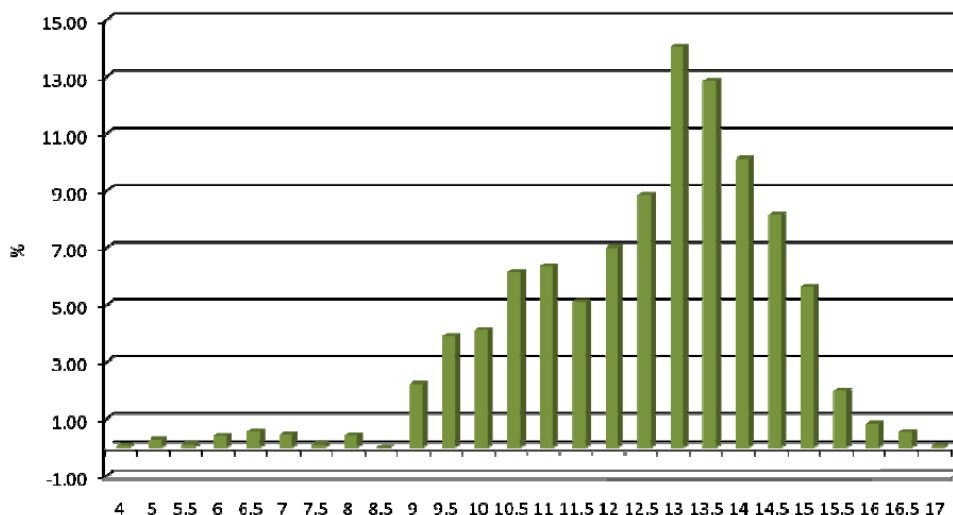


Figura 12: Percentuale di individui (*E. encrasicolus*) per classi di taglia provenienti dall'analisi delle catture e mediati acusticamente

La distribuzione di classi di taglia suddivisa per sesso, ha mostrato un aumento delle femmine nelle classi di taglia maggiori (Fig. 13). Una rappresentazione più evidente dei fenomeni suddetti si trova nell'andamento del rapporto sessi (*sex ratio*) per le classi di taglia considerate (Fig. 14). L'analisi dell'andamento del rapporto sessi calcolato come proporzione di femmine sul totale di maschi e femmine, indica come gli individui sino ai 14 cm di lunghezza siano abbastanza uniformemente rappresentati nei due sessi, mentre successivamente dai 14 cm si passa a oltre il 50 % di femmine nei banchi catturati. Questo è principalmente legato al periodo di campionamento che è ricaduto nel picco riproduttivo, in cui ci si aspetta un più elevato numero di femmine nelle taglie più grandi visto il loro maggiore potenziale riproduttivo.

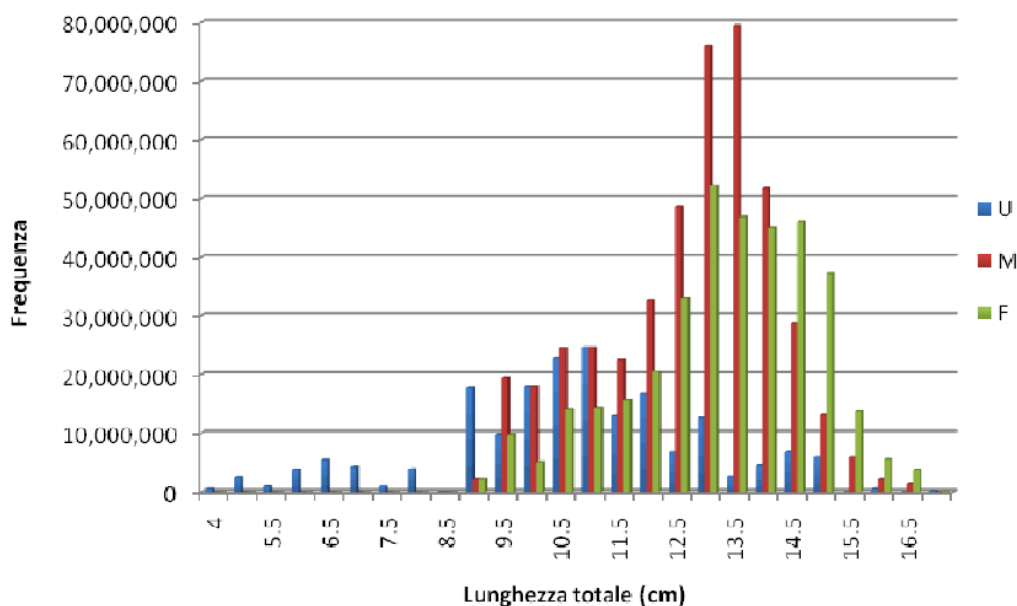


Figura 13: Distribuzione dei maschi (M), femmine (F) e indeterminati (U) nelle classi di taglia di *E. encrasicolus*

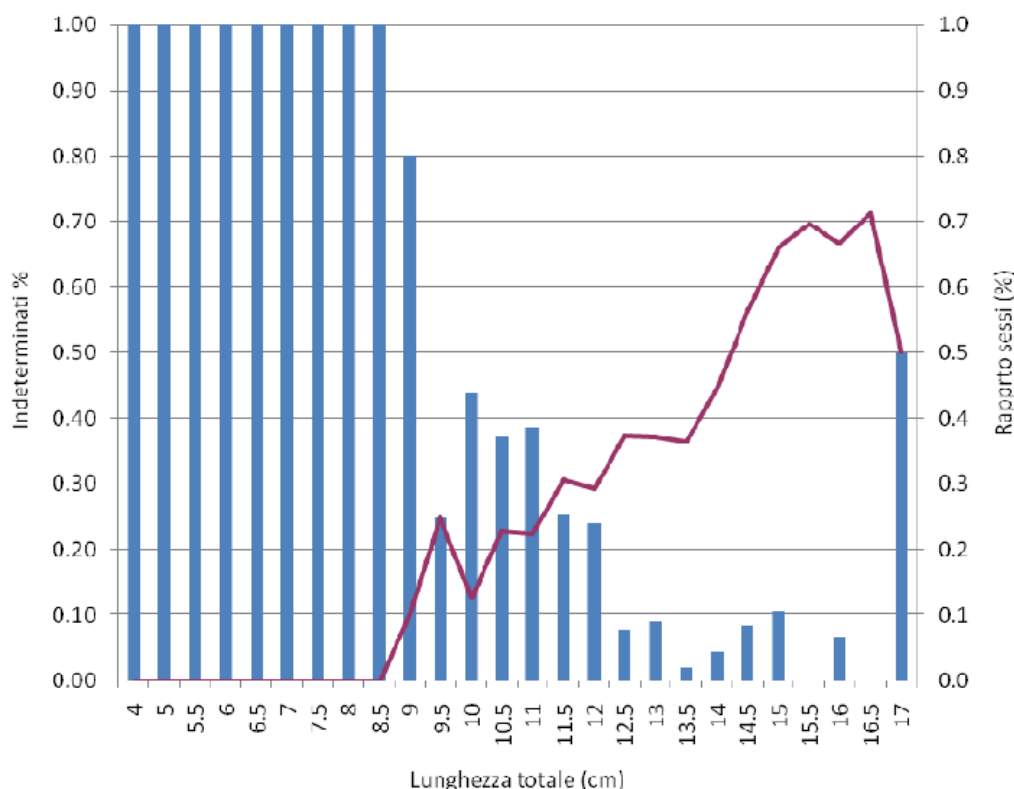


Figura 14: Rapporto sessi (sex ratio) per classi di taglia e proporzione di individui non determinati

In particolare si può notare come a partire dalla classe 10 cm, il rapporto tra sessi aumenti con la taglia.

L'aumento della proporzione di femmine con taglia maggiore rispetto ai maschi è una caratteristica tipica del momento della riproduzione nota in molte specie di pesci ed attinente al vantaggio riproduttivo legato ad una maggiore taglia. Infatti è noto che esemplari più grandi producano progenie in migliori condizioni e con maggiori probabilità di sopravvivenza sino al reclutamento (Jacobsen *et al.*, 2010). Tale carattere rientra nella capacità di modulare il potenziale riproduttivo da parte di una popolazione ittica.

Analizzando la quantità di femmine sessualmente mature distribuita per classi di taglia (Fig. 15), si nota che la lunghezza alla quale il 50% delle femmine sono mature (L_{50}) è di 14 cm circa ben 3 cm maggiore di quanto stimato a livello di popolazione anche in altri anni nella stessa area (Basilone *et al.*, 2006). Tale differenza è da imputarsi al periodo di campionamento che ha riguardato soltanto la porzione del picco riproduttivo, mentre la stima di L_{50} viene effettuata sull'intero periodo riproduttivo. Tale osservazione indica inoltre che le femmine mature più grandi (taglia/età) maturano in corrispondenza del picco riproduttivo, quando è attesa una migliore fitness riproduttiva sia in relazione alla mortalità dei prodotti di deposizione sia per la quantità di cibo disponibile alla frazione deponente della popolazione adulta.

La relazione lunghezza-peso ottenuta per le acciughe, ed utilizzata per la stima della biomassa, è mostrata nel grafico in figura 16.

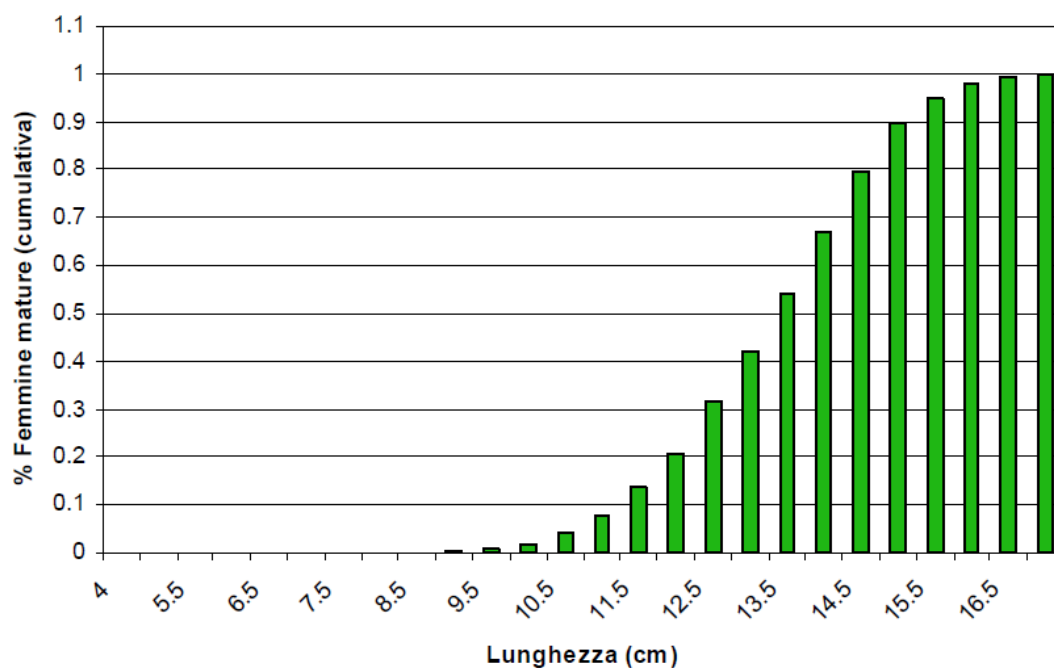


Figura 15: Proporzione di femmine mature per classe di taglia (*E. encrasicolus*)

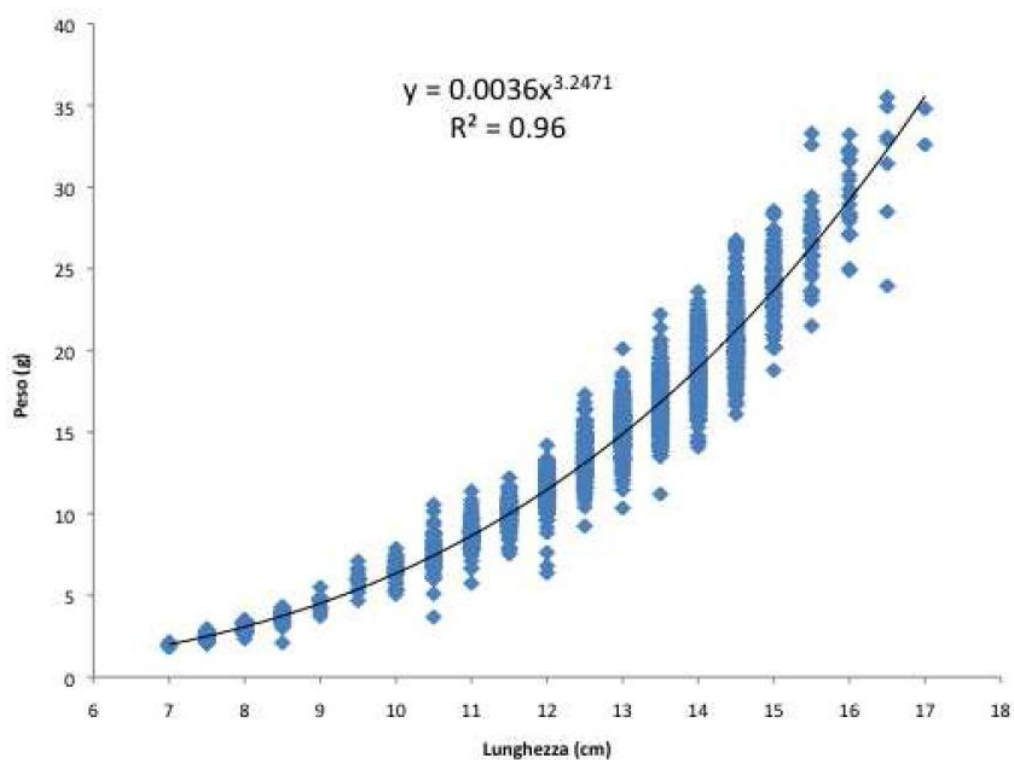


Figura 16: Stima della relazione lunghezza totale vs. peso per le acciughe ottenute dalle catture sperimentali. L'espressione numerica della curva di regressione mostrata in figura è stata utilizzata per la stima complessiva di biomassa

Struttura dello stock di acciuga (*Engraulis encrasicolus*)
(Numbers at age and numbers per length class)

L'analisi dell'età dei campioni di acciughe ha consentito di stimare le chiavi lunghezza - età relative ai campioni ottenuti nelle pesche effettuate durante il survey (Tab. 1).

Tabella 1 Chiave lunghezza - età per le acciughe. Proporzioni per classi di taglia ed età

<i>E. encrasicolus</i>	<i>Età (anni)</i>			
<i>Lunghezza (cm)</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
4	100.00	0.00	0.00	0.00
5	100.00	0.00	0.00	0.00
5.5	100.00	0.00	0.00	0.00
6	100.00	0.00	0.00	0.00
6.5	100.00	0.00	0.00	0.00
7	100.00	0.00	0.00	0.00
7.5	100.00	0.00	0.00	0.00
8	100.00	0.00	0.00	0.00
8.5	100.00	0.00	0.00	0.00
9	100.00	0.00	0.00	0.00
9.5	87.50	12.50	0.00	0.00
10	43.75	56.25	0.00	0.00
10.5	40.00	57.14	2.86	0.00
11	42.86	55.10	2.04	0.00
11.5	25.42	71.19	3.39	0.00
12	14.67	82.67	2.67	0.00
12.5	7.69	85.71	6.59	0.00
13	1.12	93.26	5.62	0.00
13.5	1.01	86.87	12.12	0.00
14	2.22	66.67	31.11	0.00
14.5	0.00	60.56	38.03	1.41
15	0.00	29.79	65.96	4.26
15.5	0.00	21.74	78.26	0.00
16	0.00	6.67	73.33	20.00
16.5	0.00	14.29	71.43	14.29
17	0.00	0.00	100.00	0.00

Per l'acciuga la struttura della popolazione stimata acusticamente, in relazione anche alla chiave lunghezza - età, mostra la presenza di 4 classi d'età, sebbene la classe più avanzata (3 anni) e poco rappresentata (Fig. 17).

Si nota come, malgrado il campionamento sia stato condotto durante il picco del periodo di riproduzione, la classe d'età 0 rappresenti il 15% dell'intera popolazione indicando come in tale periodo una parte consistente del reclutamento sia già in corso. Va sottolineato ancora una volta che la somma delle classi d'età 0 e 1 rappresenti già l'81% dell'intera popolazione. La struttura della popolazione in relazione alla sostenibilità del suo sfruttamento verrà discussa con maggiore dettaglio nelle conclusioni.

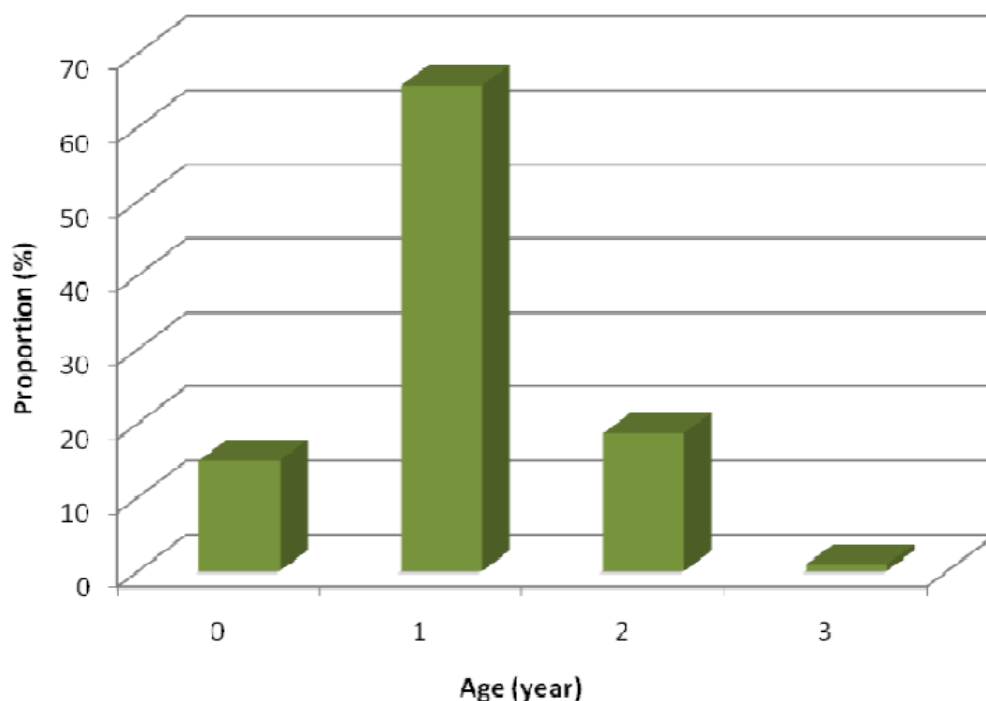


Figura 17: Distribuzione delle classi di età (%)

La distribuzione delle classi d'età in percentuale viene visualizzata per classe di taglia nel successivo grafico a barre (Fig. 17), dove fra le principali caratteristiche si nota che la percentuale di individui non ancora maturi si estende sino ai 12 cm con una percentuale del 7.7 % circa, mentre gli individui di 3 anni si trovano dai 14.5 cm di lunghezza totale in poi.

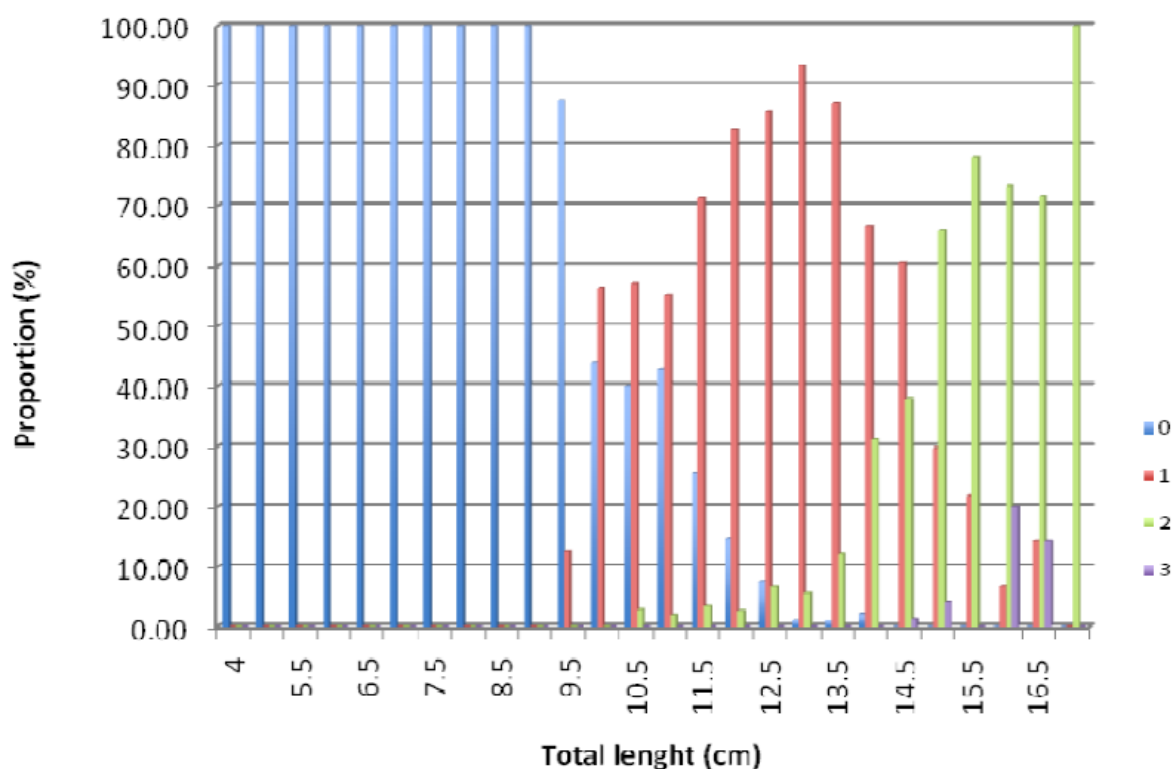


Figura 18: Distribuzione delle classi d'età (%) rispetto alle classi di taglia

Le figure 19 e 20 riportano il numero di individui per ognuno dei sessi e delle classi d'età analizzati per la stima della chiave età - lunghezza. Si nota come la classe meglio rappresentata sia quella di 1 anno d'età e che la differenza nella struttura d'età fra sessi non appare.

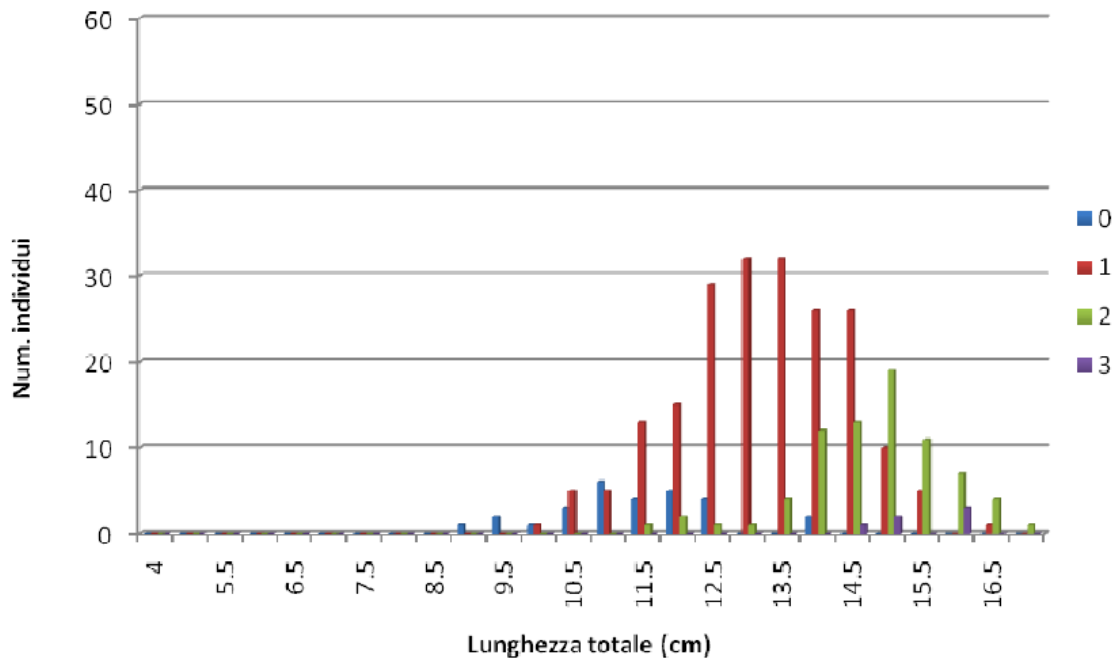


Figura 19: Distribuzione di frequenza di lunghezza per classi d'età delle Femmine

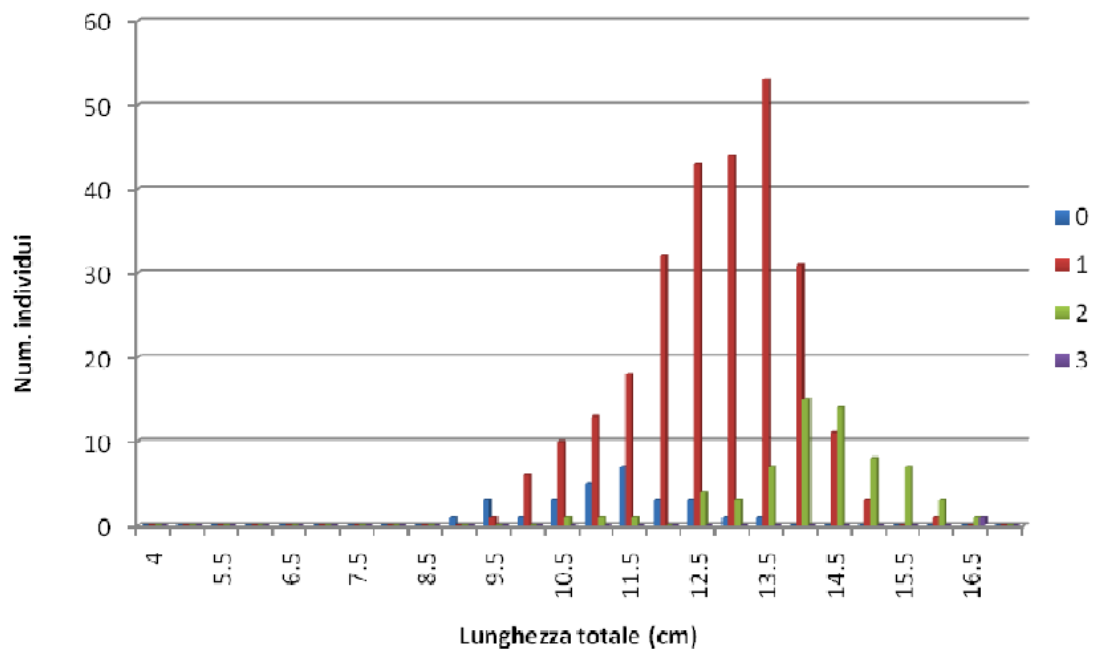


Figura 20: Distribuzione di frequenza di lunghezza per le classi d'età dei Maschi

La distribuzione della biomassa fra le classi d'età e di taglia e riportata nelle successive figure 21 e 22.

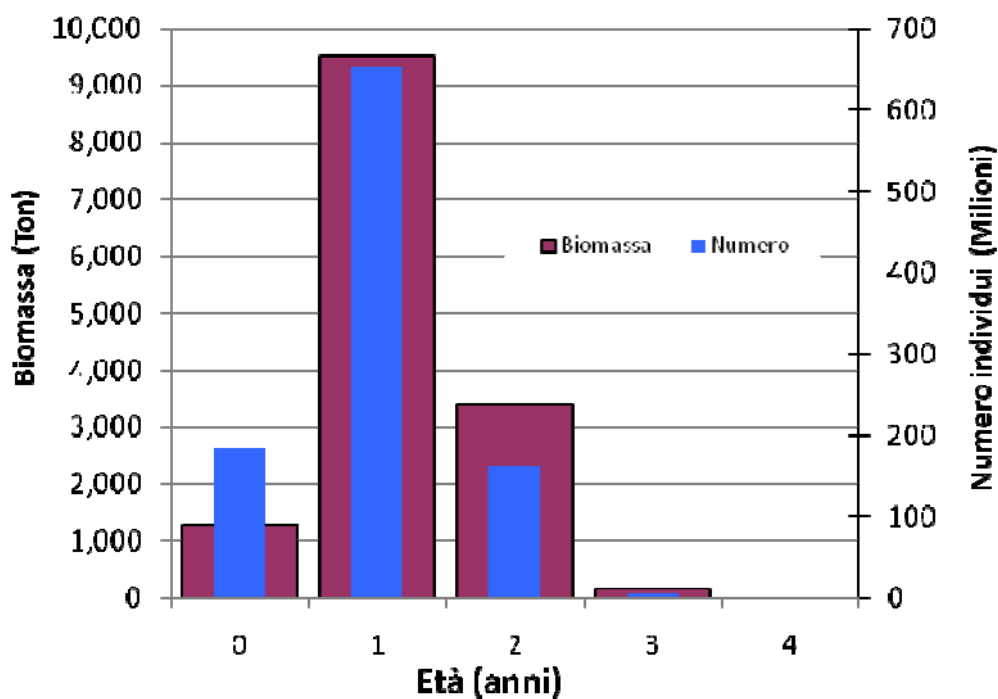


Figura 21: Distribuzione della biomassa fra le classi d'età per le acciughe

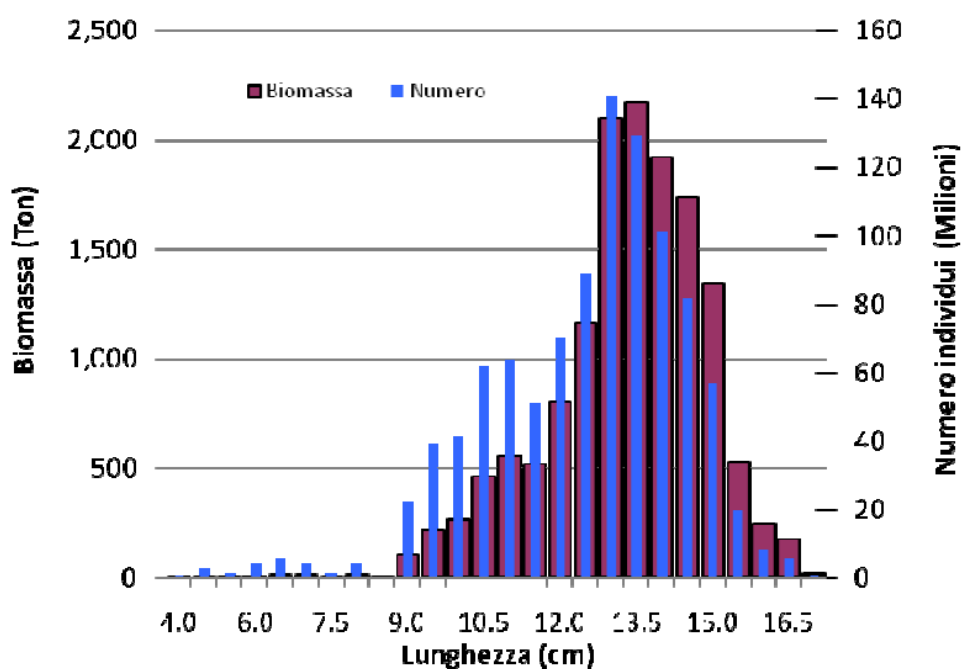


Figura 22: Distribuzione della biomassa fra le classi di lunghezza per le acciughe

Caratterizzazione del campione di sardina (*Sardina pilchardus*)

La struttura di taglia delle sardine presenta due distinte classi modali a 9.5-10 cm ed a 14 cm. La prima moda è chiaramente costituita da individui giovanili, come sarà mostrato dalle strutture d'età in seguito riportate.

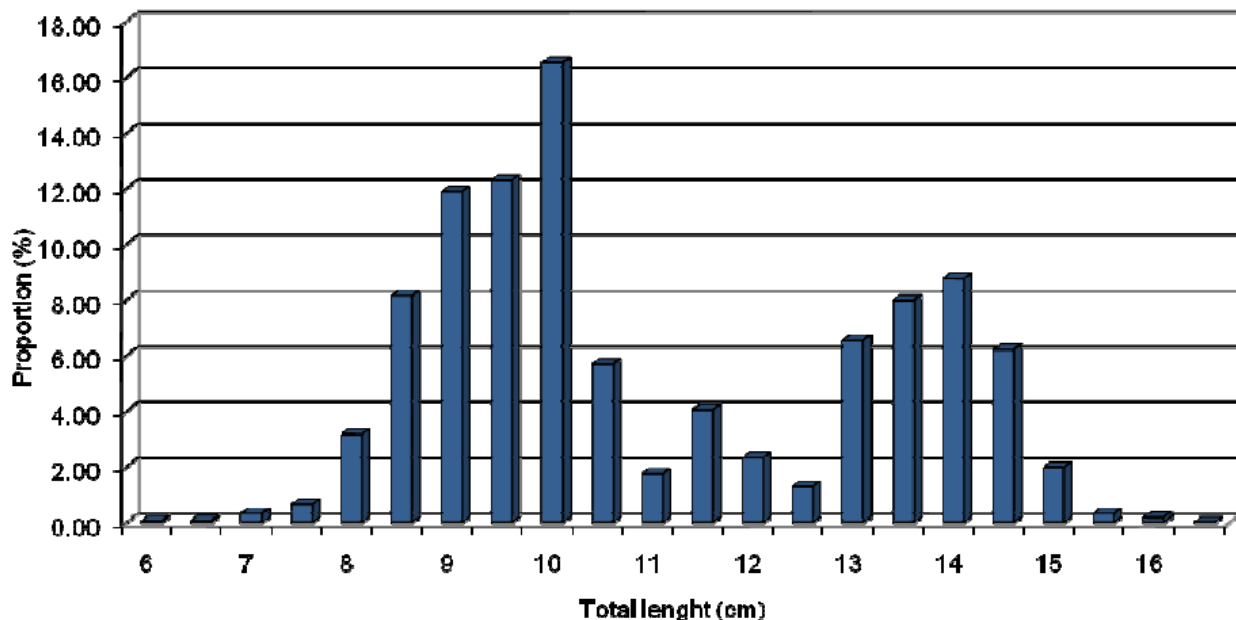


Figura 23: Numero di individui (*S. pilchardus*) per classe di taglia provenienti dall'analisi delle catture e mediati acusticamente

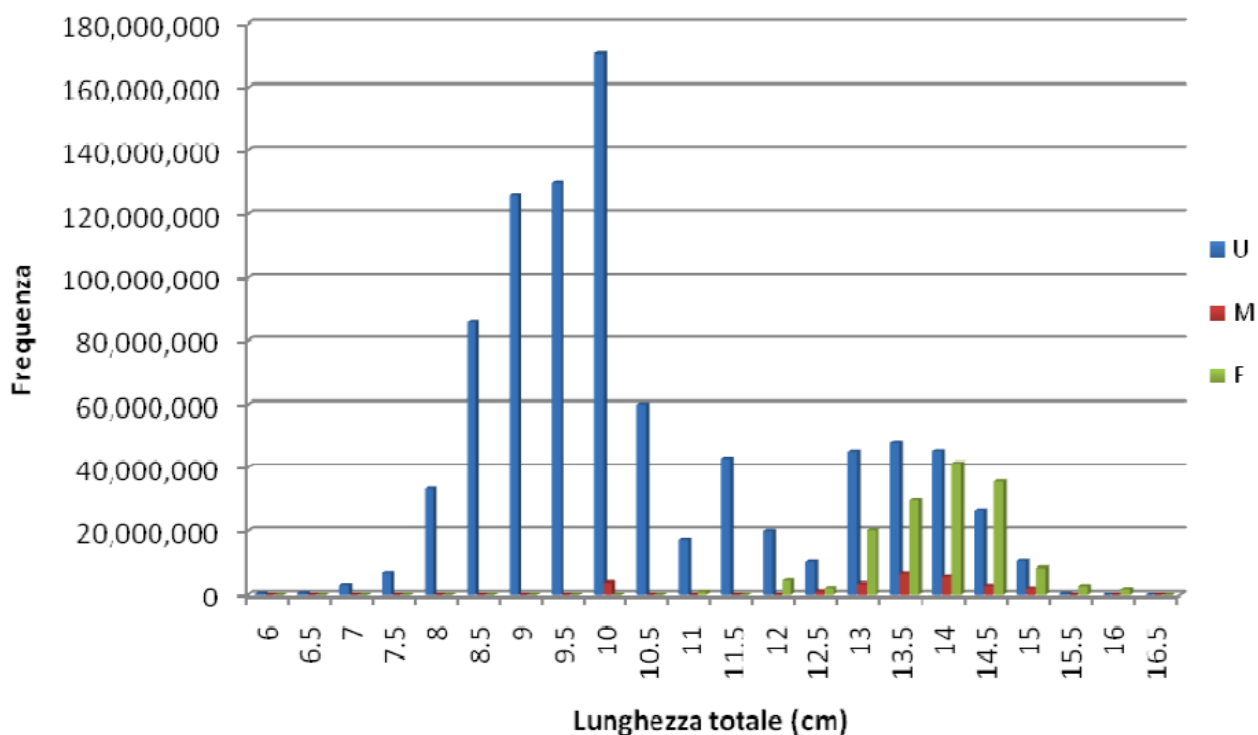


Figura 24 Distribuzione dei maschi (M), femmine (F) e indeterminati (U) nelle classi di taglia di *S. pilchardus*

A differenza di quanto osservato per le acciughe, nelle sardine la quantità di immaturi si distribuisce in tutte le classi di taglia, ma la maggiore parte è nelle taglie giovanili sino a 10 cm di lunghezza totale, proprio a testimoniare il fatto che il campionamento è stato effettuato nel periodo di

reclutamento della sardina. Fuori dal periodo riproduttivo molti maschi e femmine possono essere non maturi e macroscopicamente difficili da assegnare ad un sesso o all'altro. In tal senso è da intendersi la presenza di indeterminati sino a taglie di 15 cm. Certamente un'analisi microscopica permetterebbe una risoluzione molto maggiore non solo dello stadio di maturità ma a maggior ragione anche per la determinazione del sesso.

Le precedenti osservazioni sono anche visibili nella figura 25 dove viene mostrato anche l'andamento del rapporto tra sessi che con l'aumentare della taglia si sposta verso le femmine, mostrando una L50 attorno ai 14 cm. Tale valore ben maggiore della L50 stimata per la popolazione (L50 = 11.9 cm per le femmine), è legato al periodo della campagna, successivo al periodo riproduttivo per le sardine. Durante il periodo di deposizione, infatti, un maggior numero di pesci più piccoli raggiungono la maturità sessuale, riducendo così la taglia media di prima maturità della popolazione.

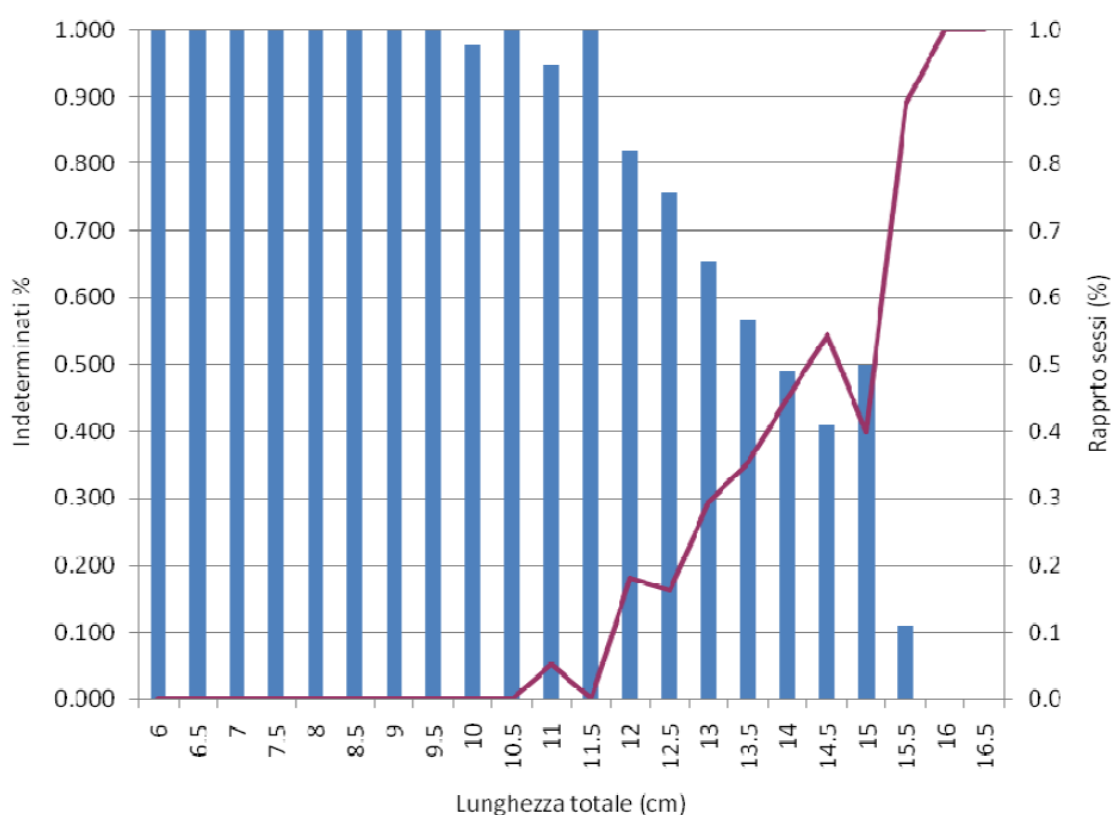


Figura 25: Rapporto sessi (*sex ratio*) per classe di taglia e proporzione di individui non determinati

Come già osservato nell'anno 2011 i dati relativi alla distribuzione di frequenza di lunghezza dei giovanili di sardina (Fig. 25) evidenziano come questi ultimi rappresentino la maggioranza della popolazione e costituiscano una coorte distinta dalle altre due che da sola caratterizza l'intera distribuzione di taglia della popolazione.

La relazione lunghezza peso utilizzata per la stima della biomassa delle sardine è presentata nella figura 26.

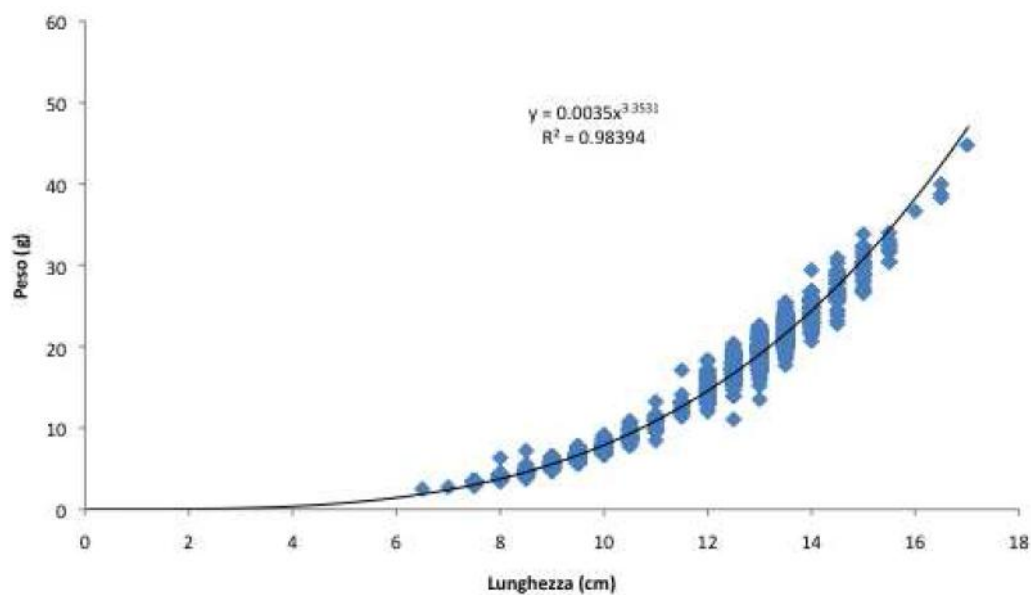


Figura 26: Stima della relazione lunghezza totale vs. peso per le sardine ottenuta dalle catture sperimentali. L'espressione numerica della curva di regressione mostrata in figura è stata utilizzata per la stima complessiva di biomassa

Struttura dello stock di sardina (Sardina pilchardus)
(Numbers at age and numbers per length class)

L'analisi dell'età dei campioni di sardina ha consentito di stimare le chiavi lunghezza - età riportate nella successiva Tabella 2.

Tabella 2 Chiave lunghezza - età per le sardine. Proporzioni per classi di taglia ed età

<i>S. pilchardus</i>	Età (anni)			
Lunghezza (cm)	0	1	2	3
6	100.00	0.00	0.00	0.00
6.5	100.00	0.00	0.00	0.00
7	100.00	0.00	0.00	0.00
7.5	100.00	0.00	0.00	0.00
8	100.00	0.00	0.00	0.00
8.5	100.00	0.00	0.00	0.00
9	100.00	0.00	0.00	0.00
9.5	95.56	4.44	0.00	0.00
10	93.10	6.90	0.00	0.00
10.5	68.42	31.58	0.00	0.00
11	66.67	33.33	0.00	0.00
11.5	40.91	59.09	0.00	0.00
12	17.57	82.43	0.00	0.00
12.5	12.82	87.18	0.00	0.00
13	6.58	93.42	0.00	0.00
13.5	0.00	100.00	0.00	0.00
14	0.00	100.00	0.00	0.00
14.5	0.00	100.00	0.00	0.00
15	0.00	100.00	0.00	0.00
15.5	0.00	100.00	0.00	0.00
16	0.00	100.00	0.00	0.00
16.5	0.00	100.00	0.00	0.00

Per la sardina la struttura della popolazione stimata acusticamente, in relazione anche alla chiave lunghezza - età, mostra la presenza di 2 classi d'età (Fig. 27). Si nota come la classe d'età 0 rappresenti oltre il 45% dell'intera popolazione indicando come in tale periodo sia consistente il reclutamento dei giovanili dell'anno.

Va sottolineato ancora una volta che la somma delle classi d'età 0 e 1 rappresenti quindi il 100% dell'intera popolazione. La struttura della popolazione in relazione alla sostenibilità del suo sfruttamento verrà discussa con maggiore dettaglio nelle conclusioni.

Per la sardina la distribuzione delle classi d'età in percentuale viene visualizzata in figura 27, in cui si nota che la presenza di individui non ancora maturi si estende sino alla taglia di 13 cm.

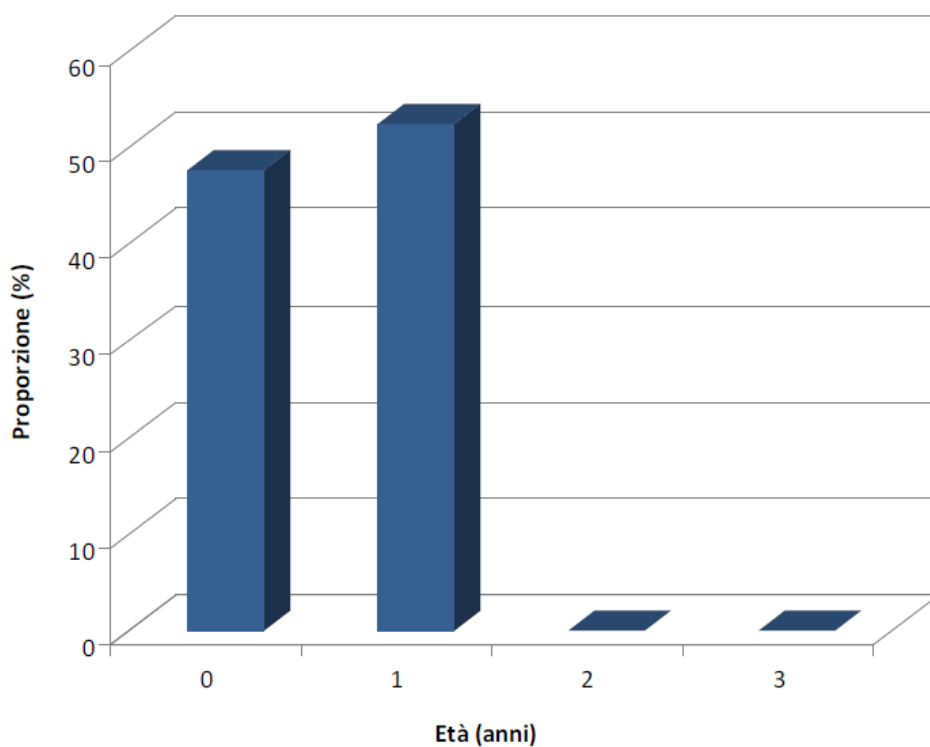


Figura 27: Distribuzione delle classi d'età (%) per la sardina (*S. pilchardus*)

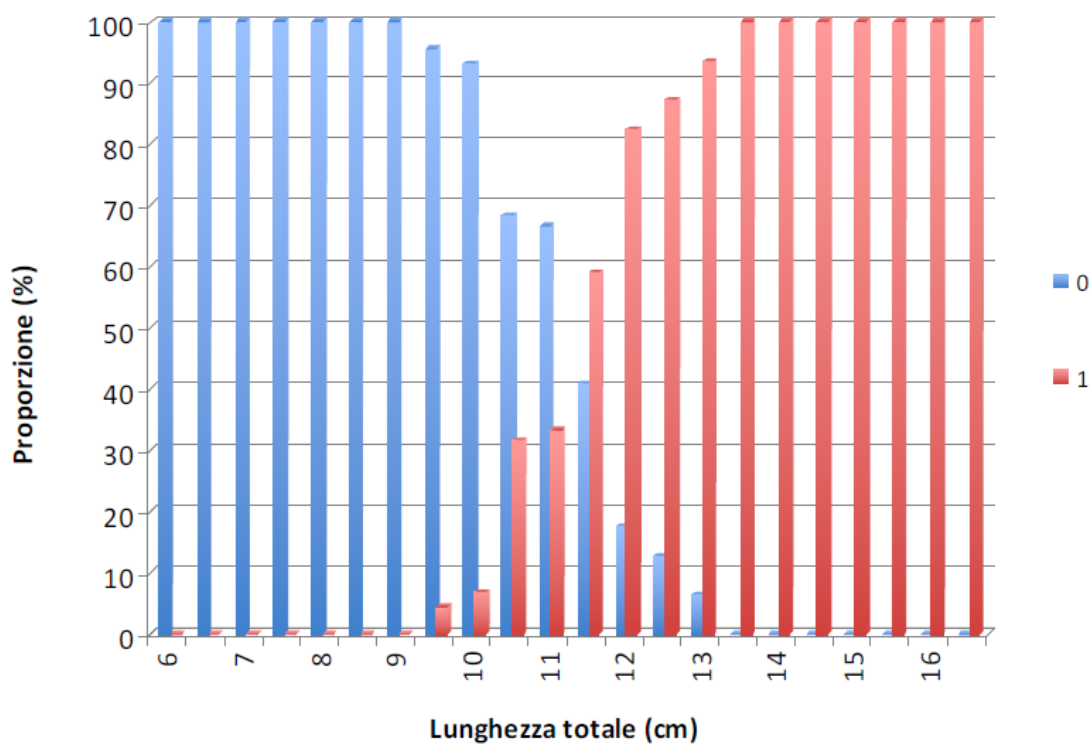


Figura 28: Distribuzione delle classi d'età (%) rispetto alle classi di taglia per la sardina

Le figure 29 e 30 riportano il numero di individui per ognuno dei sessi e delle classi d'età analizzati per la stima della chiave età - lunghezza. La differenza nella struttura d'età fra sessi appare sovrapponibile.

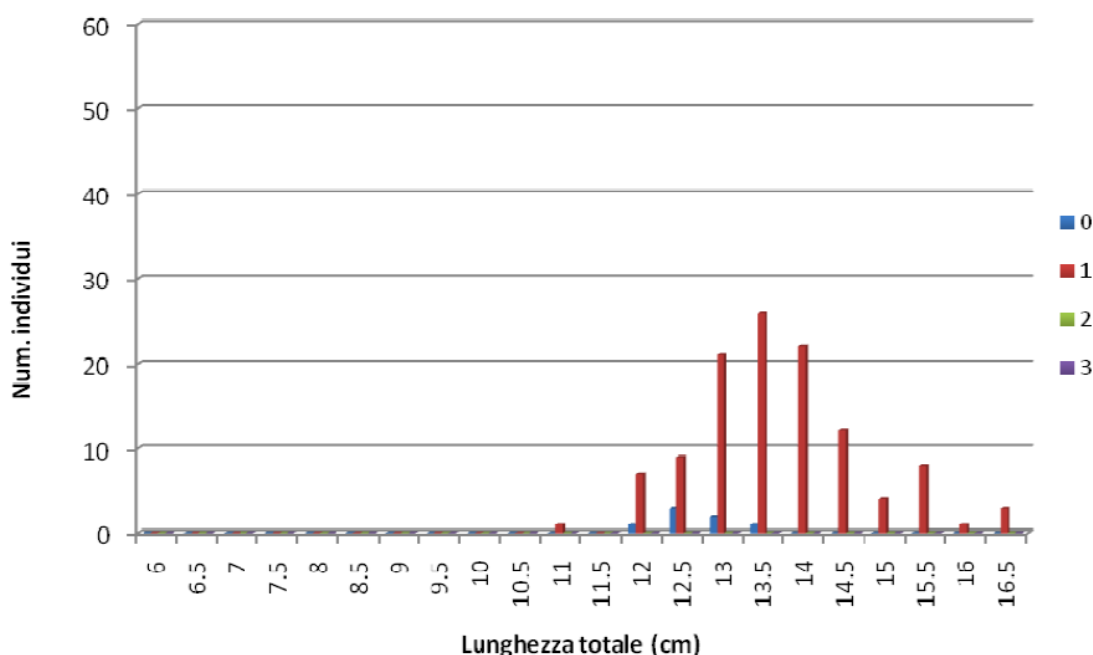


Figura 29: Distribuzione di frequenza di lunghezza per le classi d'età delle Femmine

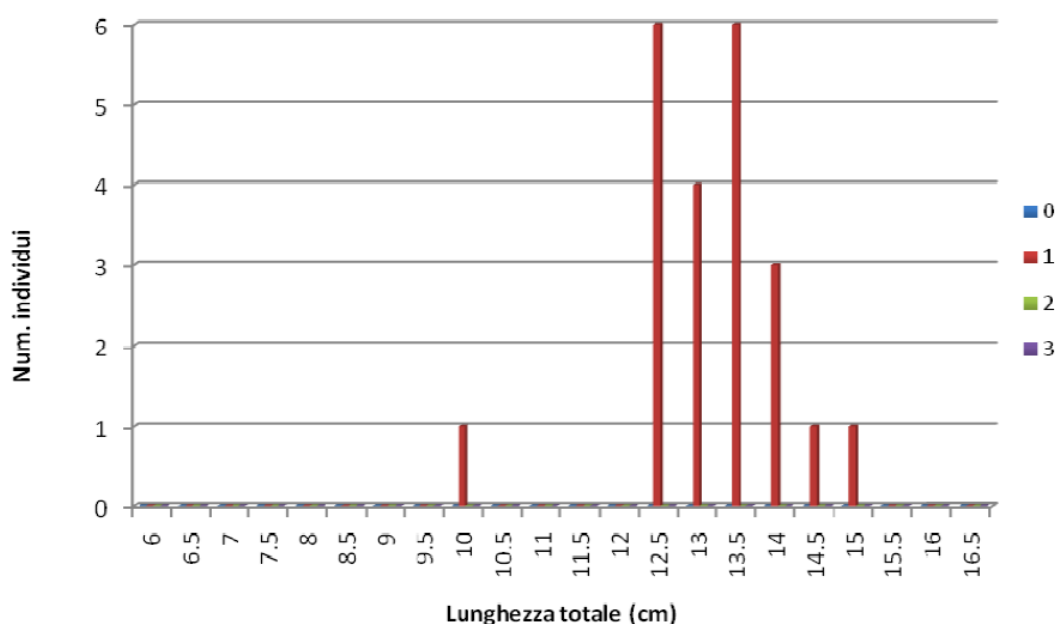


Figura 30: Distribuzione di frequenza di lunghezza per le classi d'età per i Maschi

La classe d'età 0 è appena rappresentata per le femmine. Una consistente abbondanza di giovanili non ancora facilmente classificabili in funzione del sesso, almeno ad un'analisi macroscopica, sembra comunque caratterizzare la struttura della popolazione di *S. pilchardus*. La distribuzione della biomassa fra le classi d'età e di taglia è riportata nelle successive figure 31 e 32. Per ciò che riguarda la struttura dello stock di sardine essa mostra una dipendenza dal reclutamento annuale (classe di età 0), che costituisce circa il 45% circa di tutta la biomassa. Rispetto alla stima effettuata nel 2011 la situazione non cambia (45% età 0) mentre rispetto al 2010 si mantiene il miglioramento nella struttura d'età visto che la classe età 0 nel 2010 rappresentava l'85% della

biomassa. Le 2 classi d'età 2 e 3 sono assenti, come già nel 2010, mentre esse costituivano circa il 10% dello stock nel 2011. La struttura per classi di taglia ripropone un andamento bimodale ad indicare la presenza rilevante di giovanili che hanno una moda attorno ai 10 cm di lunghezza totale. Anche in questa distribuzione si nota che il numero di individui si riduce rispetto alla biomassa quando si passa dalle classi di individui piccoli (prima moda) a quelle successive (seconda moda).

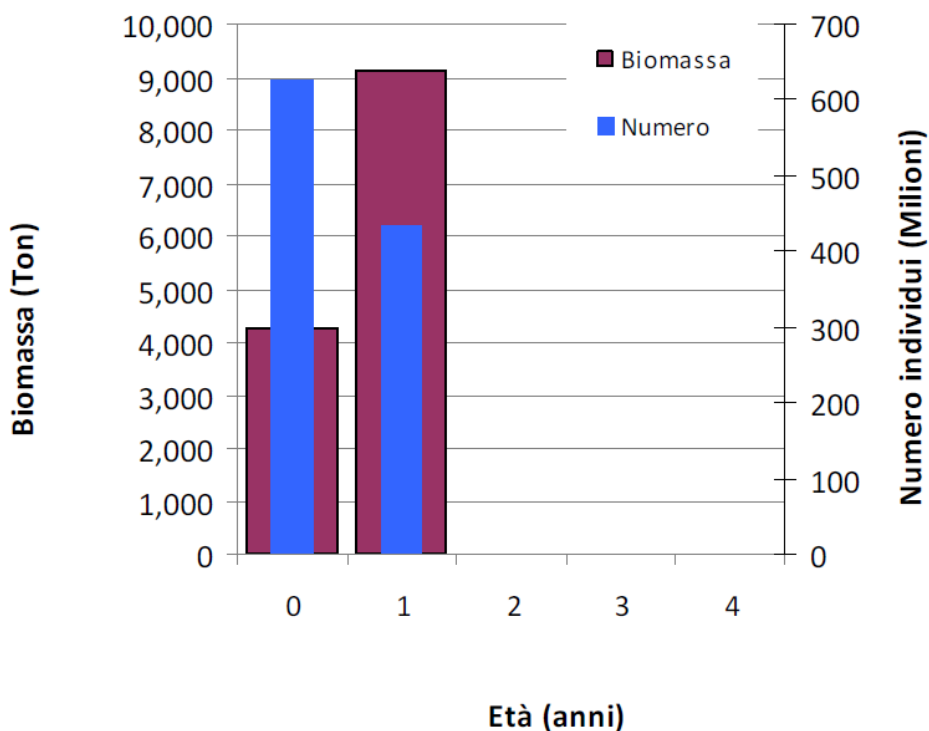


Figura 31: Distribuzione della biomassa fra le classi d'età per le sardine

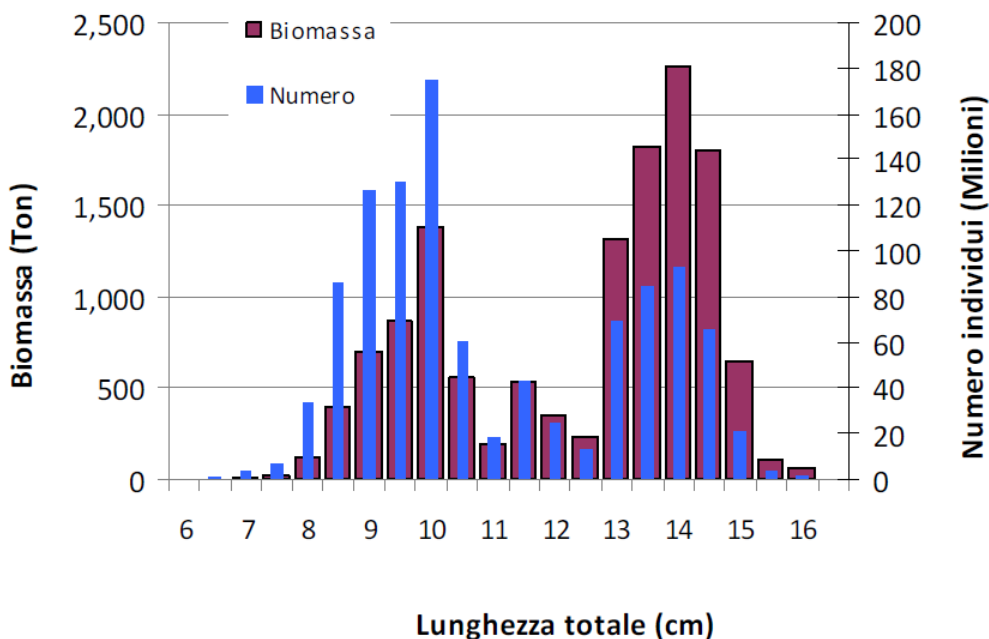


Figura 32: Distribuzione della biomassa fra le classi di lunghezza per le sardine

Informazioni sulle altre specie ittiche pelagiche (Other Pelagic Species - OPS)

Nel corso del survey sono stati raccolti anche esemplari appartenenti alle specie *Boops boops*, *Sardinella aurita*, *Spicara spp.*, *Scomber scombrus*, *Trachurus trachurus* e *Trachurus mediterraneus*. Tali specie non sono specie target per il progetto MEDIAS ma nel corso del secondo Coordination Meeting di Palma (1-3/6/2009) si è deciso di riportare nel rapporto finale la relazione lunghezza - peso e la distribuzione delle frequenze di lunghezza. Di conseguenza, vengono di seguito riportati per ciascuna delle summenzionate specie due grafici relativi a "relazioni lunghezza - peso" e "distribuzioni di frequenza di lunghezza".

Boops boops (Bogue)

Nel corso del survey sono stati pescati solo 14 esemplari di *Boops boops* per cui non è possibile presentare una distribuzione per classi di taglia. Tuttavia la relazione lunghezza vs. peso è mostrata di seguito.

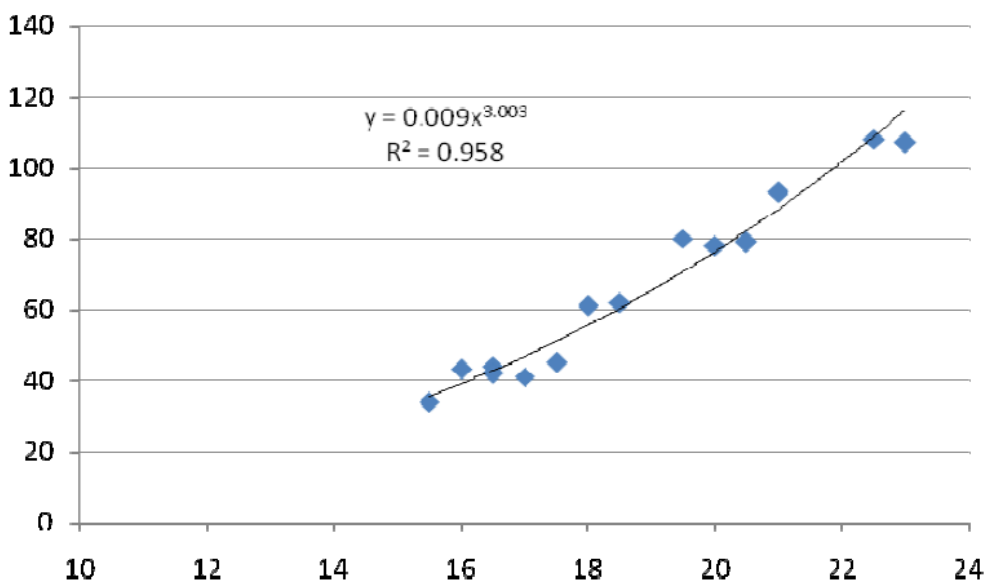


Figura 33: Stima della relazione lunghezza totale (suddivisa in classi al 1/2 cm) vs. peso per *Boops boops*

Sardinella aurita (Round sardinella)

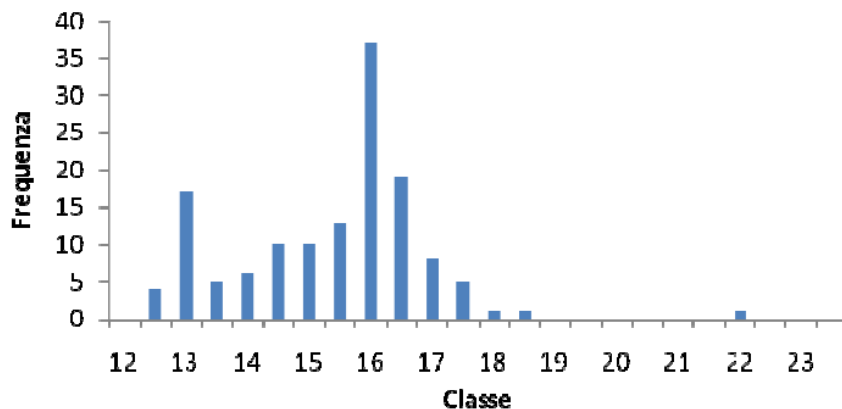


Figura 34: Numero di individui (*Sardinella aurita*) per classe di taglia proveniente dall'analisi delle catture

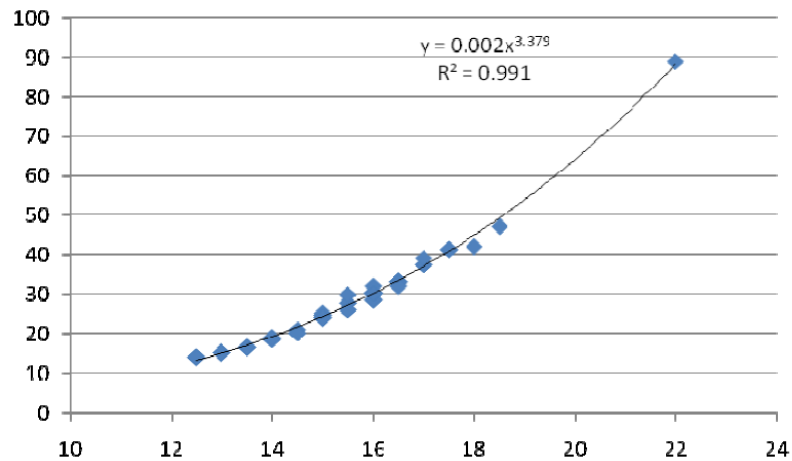


Figura 35: Stima della relazione lunghezza totale (suddivisa in classi al 1/2 cm) vs. peso per *Sardinella aurata*

Spicara spp.

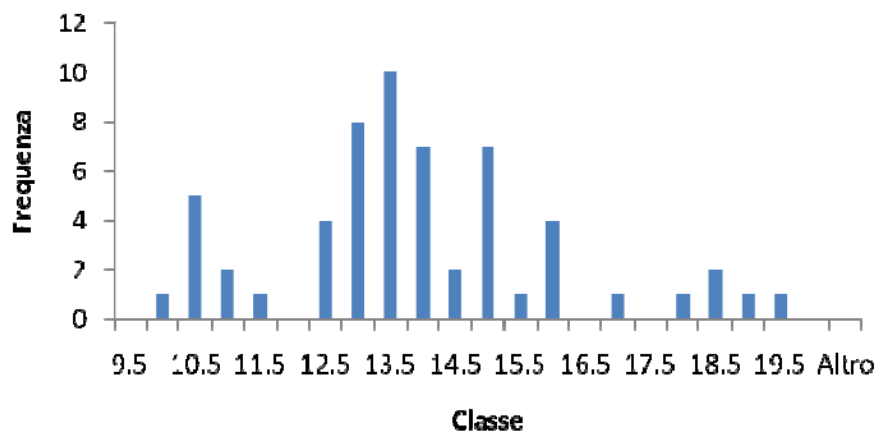


Figura 36: Numero di individui (*Spicara spp.*) per classe di taglia proveniente dall'analisi delle catture

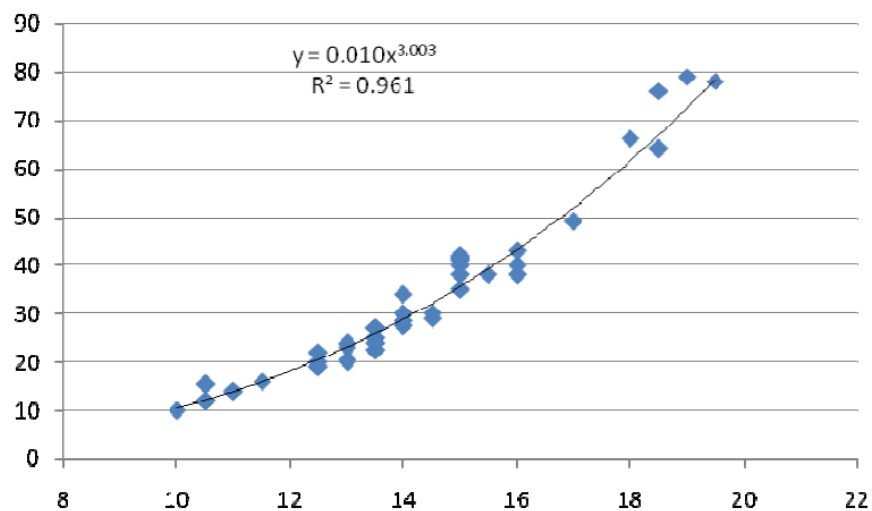


Figura 37: Stima della relazione lunghezza totale (suddivisa in classi al 1/2 cm) vs. peso per *Spicara spp.*

***Scomber scombrus* (Atlantic mackerel)**

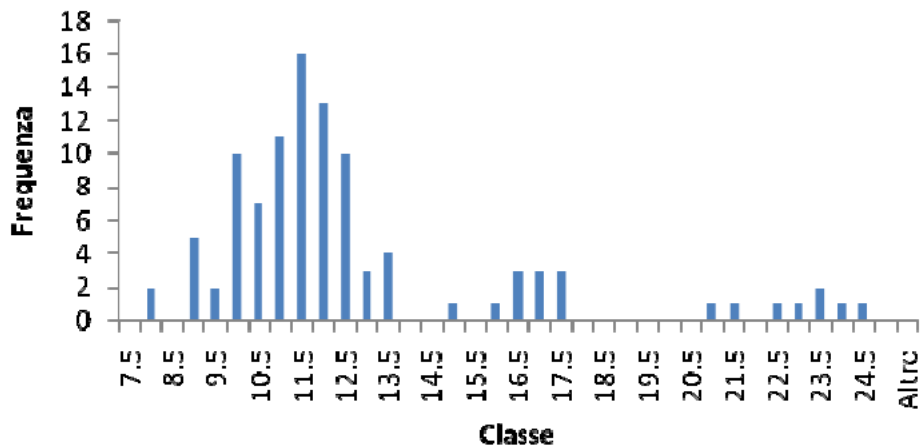


Figura 38: Numero di individui (*Scomber scombrus*) per classe di taglia proveniente dall'analisi delle catture

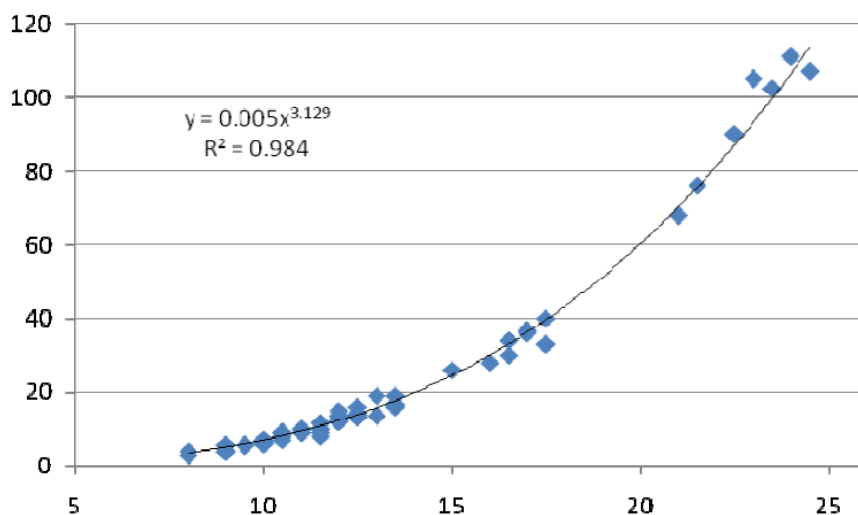


Figura 39: Stima della relazione lunghezza totale (suddivisa in classi al 1/2 cm) vs. peso per *Scomber scombrus*

***Trachurus trachurus* (Atlantic horse mackerel)**

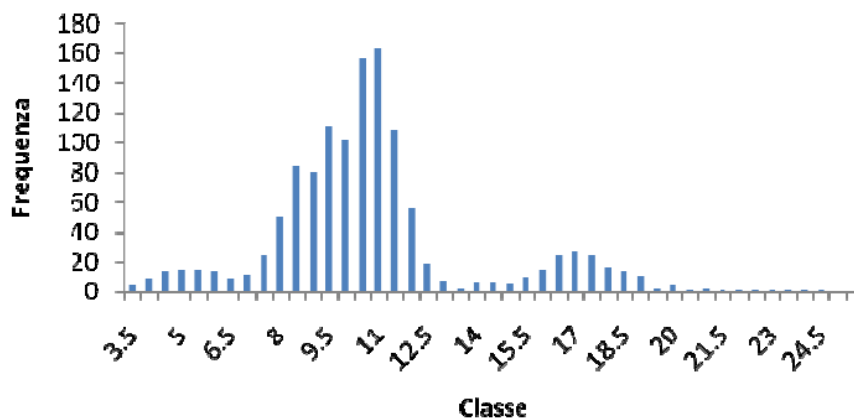


Figura 40: Numero di individui (*Trachurus trachurus*) per classe di taglia proveniente dall'analisi delle catture

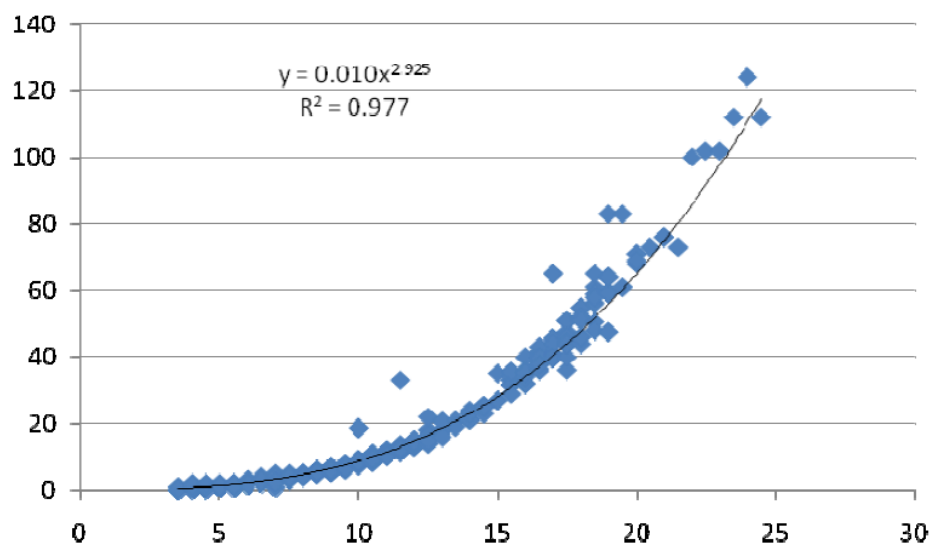


Figura 41: Stima della relazione lunghezza totale (suddivisa in classi al 1/2 cm) vs. peso per *Trachurus trachurus*

Trachurus mediterraneus (Mediterranean horse mackerel)

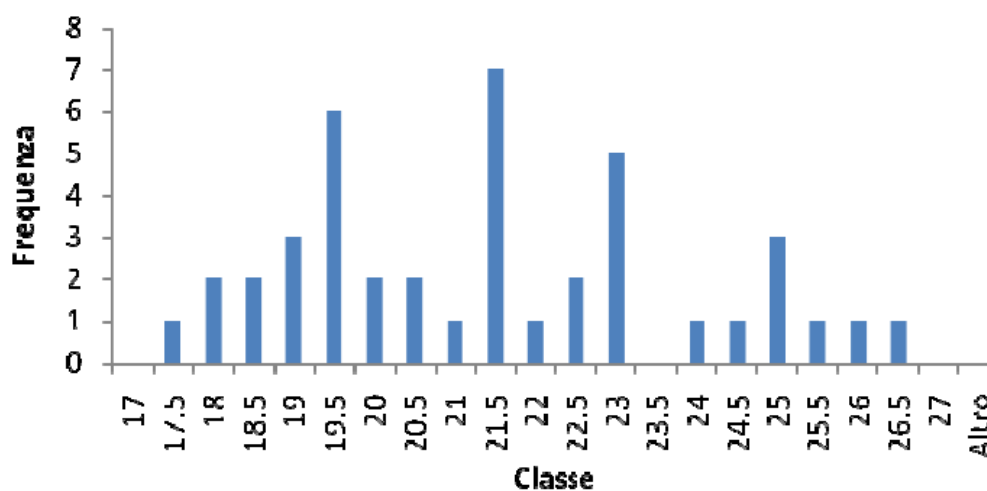


Figura 42: Numero di individui (*Trachurus mediterraneus*) per classe di taglia proveniente dall'analisi delle catture

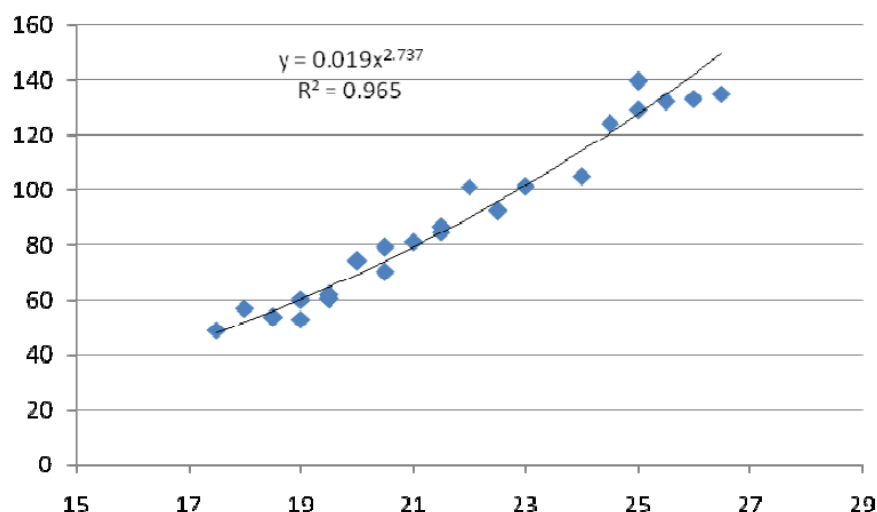


Figura 43: Stima della relazione lunghezza totale (suddivisa in classi al 1/2 cm) vs. peso per *Trachurus mediterraneus*

Oceanografia dell'area di studio

I profili CTD acquisiti nel corso dell'echosurvey hanno permesso di descrivere il pattern della circolazione delle masse d'acqua nell'area di studio. Nel corso del survey nelle GSA 16 e 15 sono stati acquisiti i profili delle principali variabili ambientali in 108 stazioni. In figura 44 sono riportati i profili di temperatura, salinità e ossigeno rilevati nel corso di tale campagna. Il termocline in tale periodo risultava posizionato tra 7 m (area più ad ovest) e 20 m di profondità (area ad est), con un graduale aumento della profondità verso la zona più orientale.

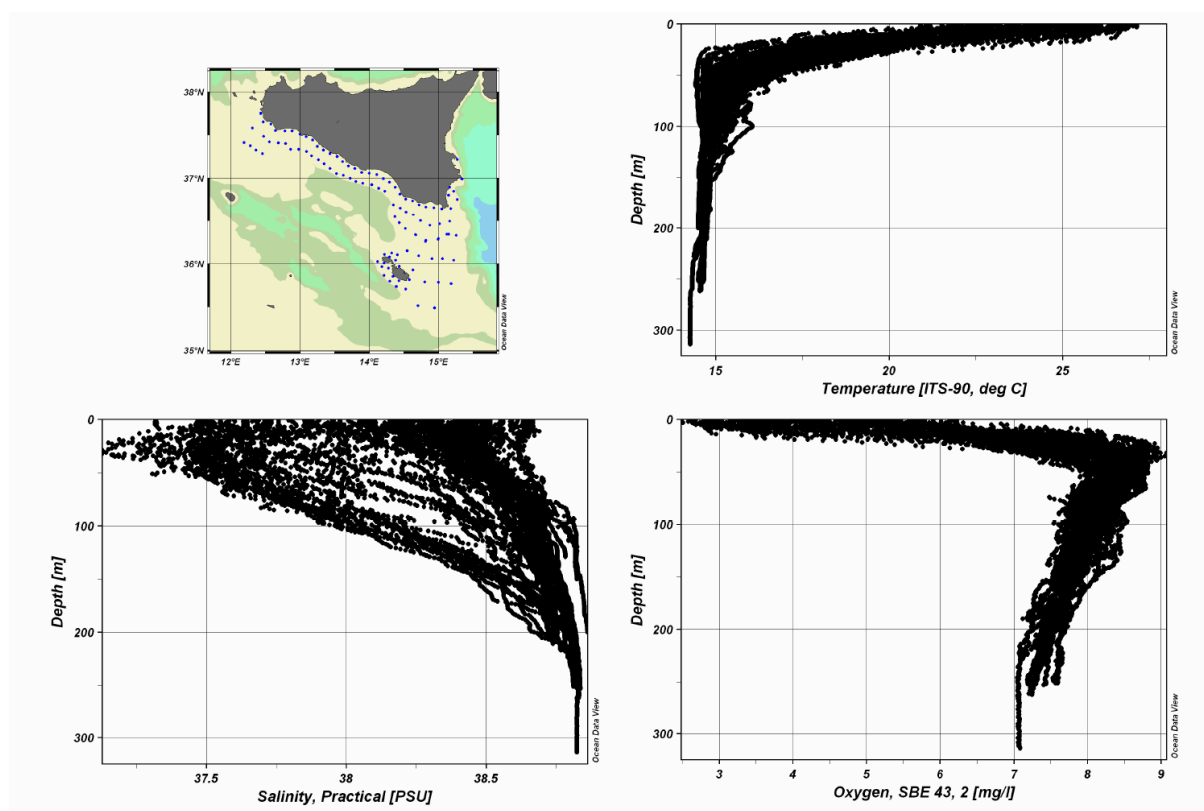


Figura 44: Profili di temperatura, salinità ed ossigeno. Campagna AnchevaTir 2012

I profili della salinità mettono in evidenza la tipica struttura della massa d'acqua più superficiale, costituita dalla Mediterranean Atlantic Water (MAW) e caratterizzata da valori di salinità relativamente più bassi rispetto alla salinità media nell'area di studio. Nel corso della campagna il "core" della MAW, facilmente individuabile in relazione al minimo di salinità lungo il profilo di salinità, è stato trovato ad una profondità di circa 25-30 m ed i valori del minimo di salinità risultavano aumentare progressivamente lungo la direzione ovest-est. Nel corso della campagna, l'Atlantic Ionian Stream (AIS) scorreva ben lontano dalla costa. Lo strato della colonna d'acqua occupato dalla MAW si estendeva dalla superficie fino ad una profondità di circa 200 m. Per profondità maggiori è evidente nei profili di salinità la massa d'acqua corrispondente alla Levantine Intermediate Water (LIW) i cui valori tipici del "core" sono stati rilevati a profondità comprese tra 260 e 290 m.

Le mappe di temperatura e salinità in superficie ed alla profondità di 25 m sono riportate nelle successive figure 45 e 46, e prendono in esame anche i profili CTD rilevati nelle acque maltesi. Nel corso della campagna la parte più occidentale dell'area di studio è stata interessata dal tipico fenomeno di upwelling costiero prodotto dalla circolazione superficiale della MAW. Anche le mappe di salinità mettono in evidenza la presenza dell'area di upwelling con valori maggiori di salinità lungo la summenzionata area costiera.

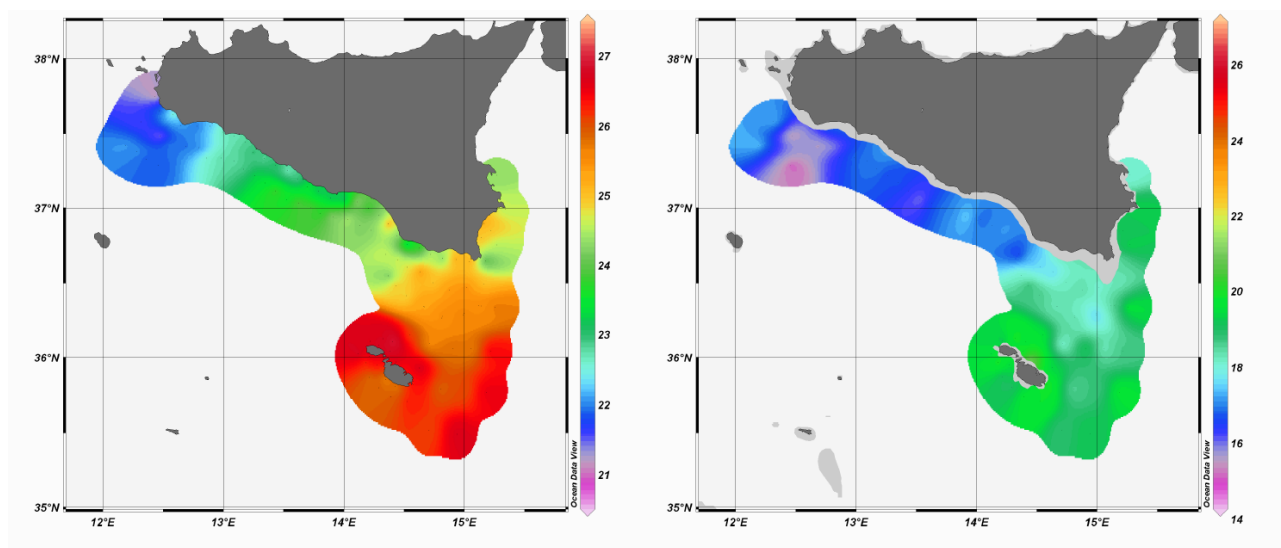


Figura 45: Mappe di temperatura in superficie e alla profondità di 25 m

I valori relativamente bassi di salinità hanno rilevato la presenza del "core" dell'Atlantic Ionian Stream (AIS) su entrambe le mappe di salinità. Nell'area di studio e, inoltre, evidente il tipico fronte termo-alino in direzione NS (Fig. 46) prodotto dall'incontro delle acque dello Stretto di Sicilia e quelle dello Ionio.

Il diagramma TS riportato in figura 47 mostra le diverse caratteristiche delle due principali masse d'acqua superficiali individuate (Mar Ionio e Stretto di Sicilia). È inoltre evidente la differenza tra i profili TS rilevati nelle acque Maltesi e quelli relativi all'area dello Stretto di Sicilia anche ad elevate profondità. Solo alcune stazioni nello Stretto di Sicilia hanno permesso di individuare lo strato della LIW, caratterizzato dal massimo relativo di salinità.

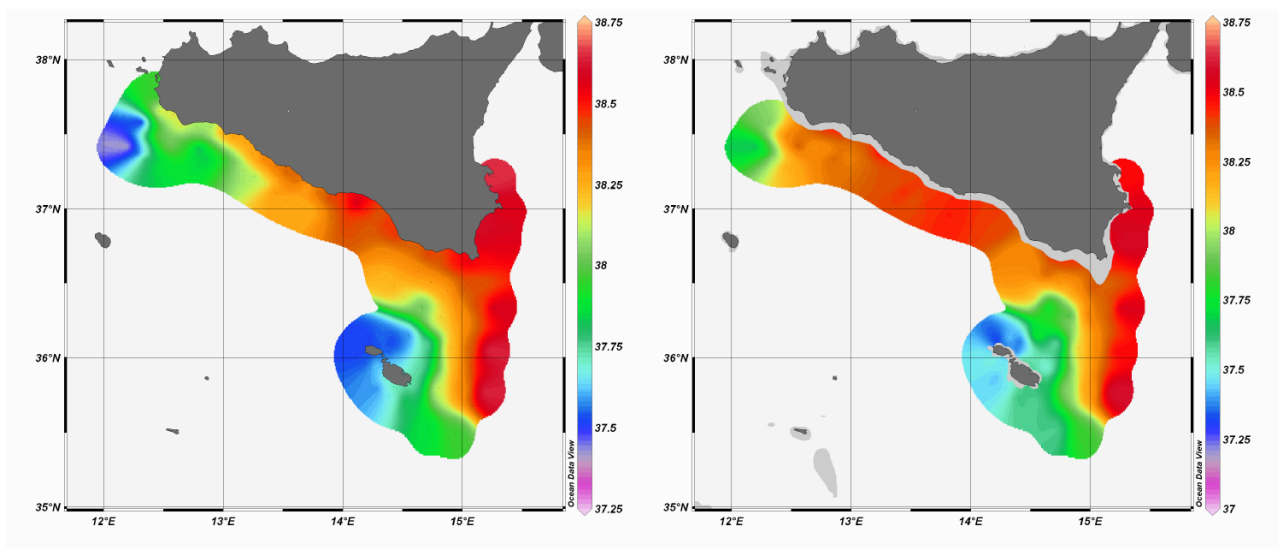


Figura 46: Mappe di salinità in superficie e alla profondità di 25 m

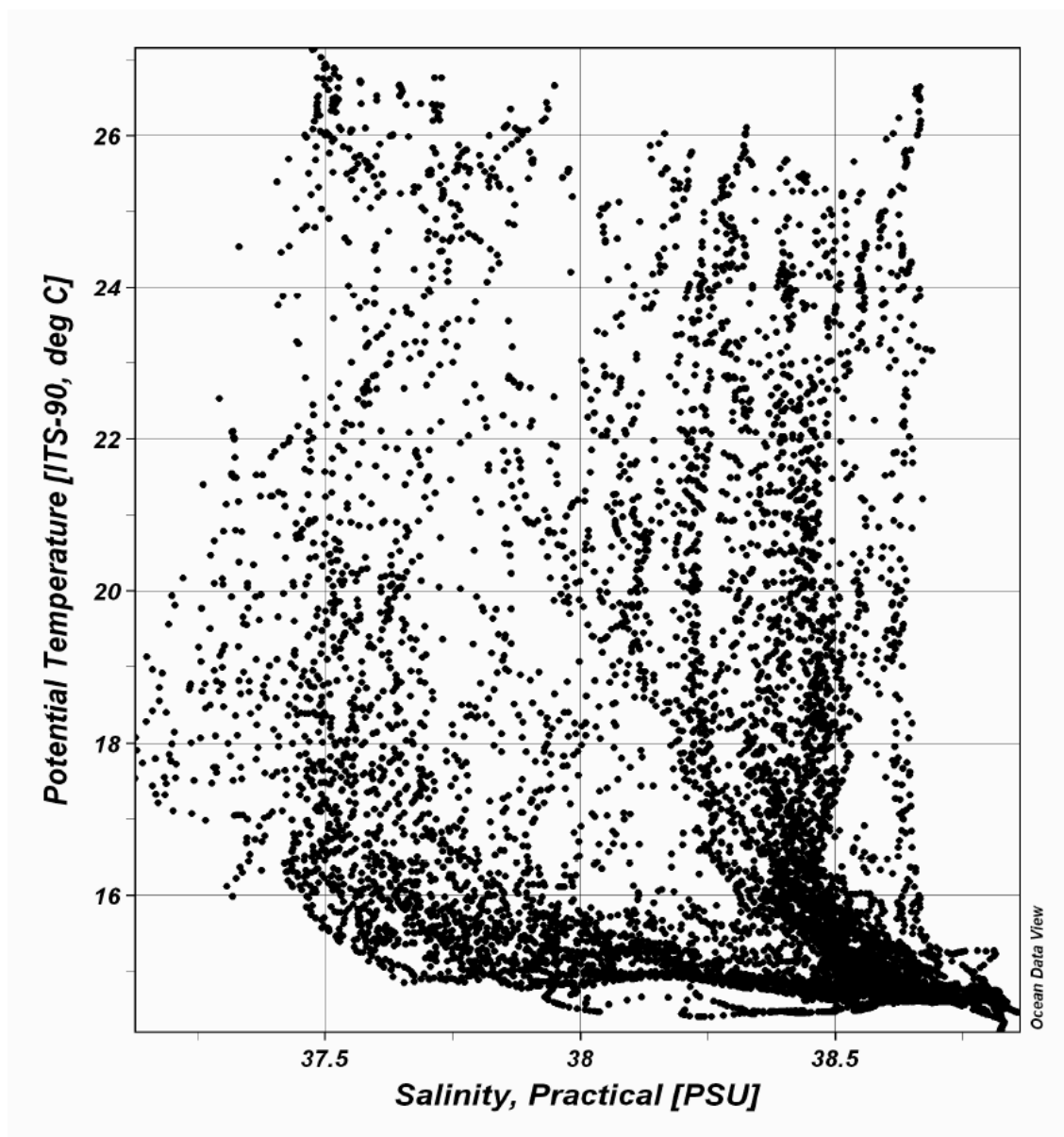


Figura 47: Diagramma TS relativo a tutte le stazioni CTD

DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

Le popolazioni di piccoli pelagici in tutto il mondo sono soggette a oscillazioni interannuali molto robuste nell'abbondanza.

I maggiori sistemi di produzione hanno mostrato come alterazione forti dell'ecosistema abbiano prodotto drastiche riduzioni nella biomassa di piccoli pelagici da un anno all'altro; in tali casi di basso livello della popolazione, l'innestarsi di un elevato sforzo di pesca ha portato al collasso delle risorse. In alcune occasioni si è visto che le risorse hanno tardato molto nel recuperare livelli sostenibili di produzione. E' noto come la capacità di una popolazione di resistere ad eventi ambientali od antropici inattesi che possono comportare una grande mortalità (naturale, M), nel periodo di reclutamento o anche successivamente (mortalità da pesca, F), sia strettamente correlata al numero di classi d'età della popolazione stessa. In altri termini, una popolazione rappresentata da individui grandi (d'età) avrebbe una resilienza sufficiente a garantire un mantenimento dei livelli medi della popolazione, riducendo il rischio di collasso della stessa. Diversamente, se uno stock è prevalentemente composto da individui giovanili o di 1 anno d'età, basterebbe un anno con un reclutamento scarso per avere conseguenze sull'intero stock. In generale è altresì noto come la perdita degli individui più grandi, sia in termini d'età che di taglia, corrisponde ad una riduzione nella fecondità specifica e nella viabilità delle uova e larve prodotte, con un conseguente aumento della mortalità negli stadi che vanno dalla deposizione al reclutamento.

La struttura d'età dello stock di acciughe, espressa in numero d'individui ed in termini di biomassa, ha mostrato essenzialmente alcune principali caratteristiche importanti per determinare lo stato di salute dello stock.

Rispetto al 2011 la prima è certamente relativa ai livelli di biomassa complessiva dello stock che è tornato ai livelli del 2010 in cui la biomassa era poco maggiore di 15,000 tonnellate mentre rispetto all'anno precedente (2011) si è triplicata. La seconda caratteristica è relativa alla rappresentatività delle classi d'età che hanno mostrato una sovrapponibilità piena con la struttura dell'anno precedente ovvero con le classi più avanzate in cui l'abbondanza e la biomassa sono risultate decisamente basse. La terza caratteristica riguarda il livello di reclutamento indicato dagli individui d'età 0 che costituiscono una porzione più consistente dell'intero stock rispetto al 2011 (200 mil. nel 2012 e 25 mila nel 2011); questo potenzialmente si tradurrà in un reclutamento migliore con conseguente più alti valori di abbondanza della classe di età 1 e quindi dell'intero stock. Tuttavia, bisogna precisare che il survey per la stima del reclutamento andrebbe condotto per l'acciuga nel periodo tardo autunnale, quando si ha il picco di reclutamento così da avere un'informazione più completa da correlare all'abbondanza dello stock (relazioni stock-reclutamento).

Lo stato di salute dello stock di acciughe viene fornito oltre che dalla sua struttura anche dall'andamento annuale della biomassa. Tale informazione nell'area di studio è stata resa disponibile grazie alla serie storica creata dall'IAMC-CNR dal 1998 ad oggi. Come si può notare dalla figura 48, che riporta la biomassa di acciuga, si è assistito ad un trend decrescente dal 2005 al 2009. Mentre nel 2010 si è assistito ad un'inversione con un incremento sostanziale nella biomassa rispetto all'anno precedente, nel 2011 i livelli dello stock sono nuovamente calati su soglie molto basse indicando uno stato tutt'altro che stabile nei livelli di biomassa annuali ed infine nel 2012 lo stock si è riportato sui valori di biomassa del 2010. Tali dati, sebbene non consentano di trarre conclusioni definitive sullo stato di salute dello stock, permettono tuttavia di registrare un potenziale riproduttivo ancora sufficiente per permettere la ripresa dello stock fuori dai livelli di guardia. In dettaglio, il potenziale riproduttivo costituisca un importante fattore per il mantenimento del buono stato di salute dello stock, che con un buon potenziale riesce, anche partendo da livelli molto bassi di biomassa, a riprodursi efficacemente per il mantenimento dello stock nell'area di studio. Le valutazioni acustiche della biomassa mostrano come le acciughe abbiano subito ampie fluttuazioni interannuali nell'ultimo decennio ma che difficilmente si portano su livelli alti di abbondanza, anzi sembra ci sia una prevalenza di annate "magre" con livelli di biomassa sotto le

5000 t. Le stime DEPM, ottenute attraverso altri programmi di ricerca, mostrano come malgrado una certa variabilità per alcune annate in linea generale i trend ed i livelli di biomassa di acciughe siano sovrapponibili consentendo quindi di avere maggiore confidenza nelle stime effettuate da ogni metodo (Fig. 49). Inoltre, il confronto fra biomassa deponente e biomassa acustica fornisce informazioni anche su quella parte della biomassa costituita da individui immaturi, in quanto il DEPM stima esclusivamente la frazione di individui maturi che depongono nel periodo considerato.



Figura 48 Oscillazioni della biomassa di acciughe e sardine stimata acusticamente nel periodo 1998-2012

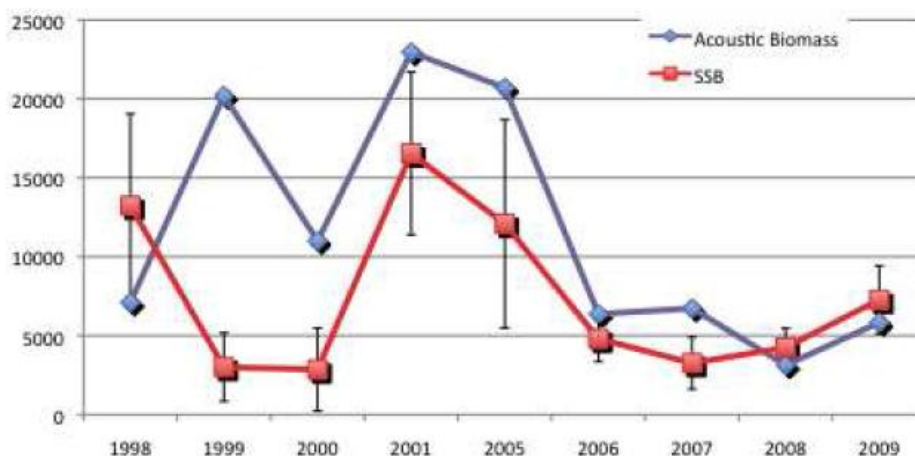


Figura 49: Andamento della biomassa di acciughe stimata acusticamente e mediante DEPM, (SSB) con i relativi coefficienti di stabilità

Nel caso della popolazione di sardine la biomassa nel 2011 si è mantenuta rispetto all'anno precedente, su livelli assai simili. Inoltre la distribuzione della biomassa fra le classi d'età e di taglia (Fig. 27 e 28) mostra una suddivisione della popolazione non più in 2 sole classi d'età (0 e 1) come nel 2010, ma mostrando anche se ridotta una presenza incoraggiante di individui appartenenti alle classi d'et. maggiori (2 e 3 anni). Da tali dati è possibile ipotizzare che nell'ultimo anno lo stato dello stock è leggermente migliorato, tuttavia un fallimento nel reclutamento di un solo anno, legato a fattori ambientali, basterebbe per poter causare il collasso dello stock nello Stretto di Sicilia;

sebbene il mantenimento dei livelli di biomassa rispetto all'anno precedente costituisca un segnale positivo non si può dire che lo stato dello stock sia in miglioramento. Infatti il rischio di collasso per le sardine dello Stretto di Sicilia è ravvisabile non solo a causa della struttura d'età ma anche dal declino della biomassa complessiva dello stock evidenziata dalle stime effettuate negli ultimi anni. Tuttavia per avere una visione più completa della popolazione bisognerebbe effettuare almeno un survey durante la stagione riproduttiva della sardina (come invece avviene già per l'acciuga). Essendo la stagione riproduttiva della sardina nei mesi invernali, i survey estivi non necessariamente propongono il quadro dell'intera popolazione (maturi e immaturi), non fornendo il dato sulla biomassa deponente che invece costituisce un utile indicatore della qualità dello stock. L'opportunità di proseguire la valutazione annuale della biomassa e dello stato dello stock di sardine, nonché di effettuare anche un survey invernale, è quindi ancor più necessaria alla luce dei risultati ottenuti che evidenziano pericolo di collasso da un anno all'altro in relazione alla variabilità ambientale ed allo sforzo di pesca, che deve essere opportunamente gestito dagli organi competenti nazionali e regionali in accordo con le indicazioni scientifiche derivate dagli studi di "stock assessment".

BIBLIOGRAFIA

- Aglen, A. (1989). Empirical results on precision-effort relationships for acoustic surveys. ICES CM: 1989/B:30, 28 p.
- Alheit, J. (1985). Egg production method for spawning biomass estimates of anchovies and sardines. ICES, C. M. 1985/H:41: 1-10.
- Basilone G., Guisande C., Patti B., Mazzola S., Cuttitta A., Bonanno A., Vergara A.R., Maneiro I. (2006). Effect of habitat conditions on reproduction of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Strait of Sicily. Fisheries Oceanography 15 (4):271-280.
- ICES. (2010). Report of the Workshop on Age reading of European anchovy (WKARA), 9-13 November 2010, Sicily, Italy. ICES CM 2010/ACOM:43. 122 pp.
- IREPA. (2011). Osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia 2008. Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, pp. 184.
- MacLennan, D.N., Fernandes, P., Dalen, J. (2002). A consistent approach to definitions and symbols in fisheries acoustics. ICES J. Mar. Sci. 59, 365–369.
- Marshall C.T., Kjesbu O.S., Yaragina N.A., Solemdal P. e Ulltang, O. (1998). Is spawner biomass a sensitive measure of the reproductive and recruitment potential of Northeast Arctic cod? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55 (7), 1766–1783.
- Petitgas P., Lafont T. (1997). EVA2: Estimation Variance. Version 2. A geostatistical software on windows95 for the precision of fish stock assessment surveys. ICES CM 1997/Y:22.
- Petitgas P., Masse´ J., Beillois P., Lebarbier E., Le Cann A. (2003). ICES Journal of Marine Science, 60: 437–445. doi:10.1016/S1054–3139(03)00026-2.
- Schlitzer R. (2007). Ocean Data View, <http://odv.awi.de>.

ALLEGATI

Allegato 1: Informazioni sulle stazioni con rete pelagica nelle acque dello Stretto di Sicilia e nello Ionio.

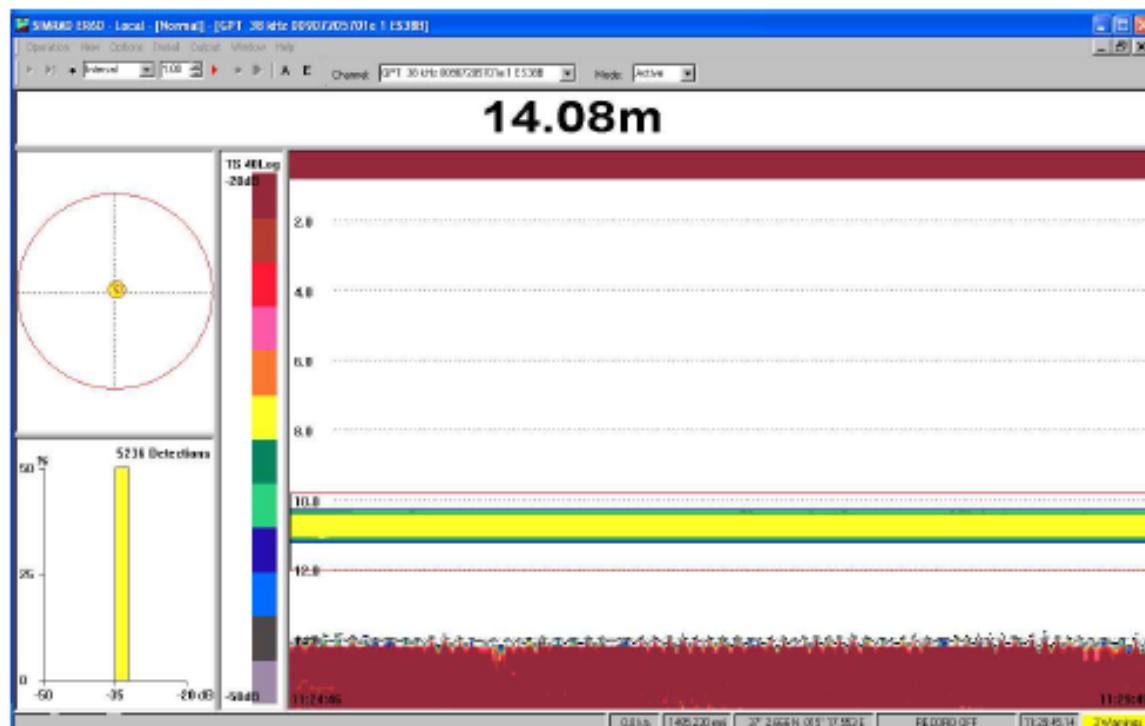
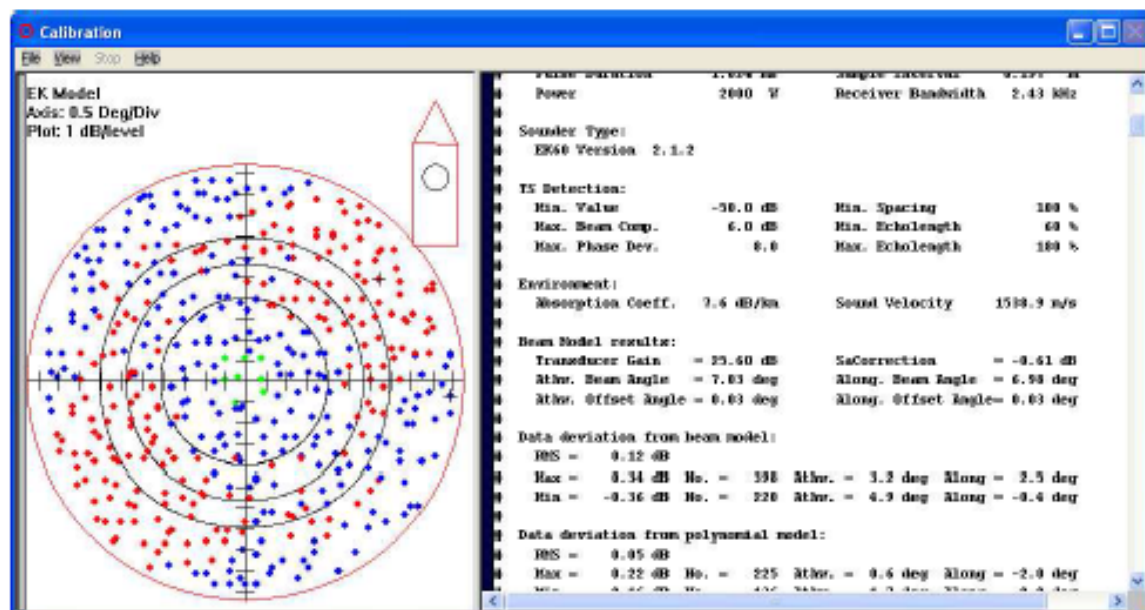
N° Stazione Trawl	Lat. Iniziale	Long. Iniziale	Lat. Finale	Long. Finale	Lat. Iniziale (Decim)	Long. Iniziale (Decim)	Lat. Finale (Decim)	Long. Finale (Decim)	Data - Ora (UTC)	Profondità media (m)
1	37°31.26'	12°19.67'	37°29.95'	12°21.49'	37.5210	12.3278	37.4991	12.3581	16/06/2012 - 17:35	77
2	37°31.18'	12°33.49'	37°29.56'	12°31.03'	37.5196	12.5582	37.4927	12.5172	17/06/2012 - 07:42	80
3	37°19.74'	12°25.29'	37°21.16'	12°24.25'	37.3290	12.4215	37.3526	12.4042	17/06/2012 - 11:15	135
4	37°24.61'	12°35.00'	37°22.75'	12°31.69'	37.4102	12.5833	37.3792	12.5282	17/06/2012 - 16:33	160
5	37°31.75'	12°46.13'	37°31.67'	12°49.46'	37.5291	12.7689	37.5278	12.8243	17/06/2012 - 20:45	47
6	37°28.09'	12°47.89'	37°27.32'	12°50.33'	37.4681	12.7981	37.4554	12.8388	18/06/2012 - 09:04	84
7	37°28.91'	12°53.84'	37°29.84'	12°51.48'	37.4818	12.8973	37.4974	12.8580	18/06/2012 - 11:03	57
8	37°24.90'	13°03.39'	37°23.90'	13°05.39'	37.4151	13.0565	37.3984	13.0898	18/06/2012 - 17:36	66
9	37°20.14'	13°10.74'	37°21.31'	13°09.02'	37.3357	13.1790	37.3551	13.1504	19/06/2012 - 09:26	69
10	37°20.10'	13°16.17'	37°19.11'	13°18.16'	37.3350	13.2695	37.3184	13.3027	19/06/2012 - 14:31	44
11	37°14.68'	13°20.95'	37°15.76'	13°18.96'	37.2447	13.3491	37.2627	13.3160	19/06/2012 - 16:15	77
12	37°14.32'	13°28.78'	37°15.35'	13°26.68'	37.2387	13.4797	37.2558	13.4447	19/06/2012 - 21:07	39
13	37°08.71'	13°27.09'	37°07.57'	13°30.03'	37.1452	13.4515	37.1262	13.5005	20/06/2012 - 09:34	85
14	37°06.58'	13°37.45'	37°05.39'	13°39.43'	37.1097	13.6242	37.0899	13.6571	20/06/2012 - 14:42	60
15	37°04.18'	13°47.82'	37°03.03'	13°45.57'	37.0696	13.7970	37.0504	13.7595	20/06/2012 - 20:37	64
16	37°02.82'	13°54.10'	37°02.23'	13°56.58'	37.0469	13.9017	37.0372	13.9430	21/06/2012 - 08:30	37
17	36°58.73'	14°05.21'	36°58.02'	14°09.07'	36.9788	14.0869	36.9670	14.1511	21/06/2012 - 15:00	75
18	36°59.63'	14°10.59'	36°58.67'	14°12.66'	36.9938	14.1766	36.9779	14.2110	23/06/2012 - 09:02	34
19	36°51.28'	14°21.34'	36°52.66'	14°19.55'	36.8546	14.3557	36.8777	14.3259	23/06/2012 - 15:09	67
20	36°48.61'	14°25.31'	36°47.14'	14°26.69'	36.8101	14.4218	36.7857	14.4449	23/06/2012 - 17:07	39
21	36°45.44'	14°29.16'	36°44.38'	14°30.97'	36.7573	14.4861	36.7396	14.5162	24/06/2012 - 08:27	45
22	36°33.24'	14°32.37'	36°32.16'	14°34.22'	36.5540	14.5396	36.5360	14.5704	24/06/2012 - 15:15	136
23	36°37.75'	14°38.20'	36°36.84'	14°40.51'	36.6291	14.6366	36.6139	14.6751	24/06/2012 - 17:50	85

N° Stazione Trawl	Lat. Iniziale	Long. Iniziale	Lat. Finale	Long. Finale	Lat. Iniziale (Decim)	Long. Iniziale (Decim)	Lat. Finale (Decim)	Long. Finale (Decim)	Data - Ora (UTC)	Profondità media (m)
24	36°27.87'	14°40.90'	36°27.03'	14°42.44'	36.4645	14.6816	36.4504	14.7074	25/06/2012 - 08:04	139
25	36°16.75'	14°46.71'	36°17.79'	14°44.83'	36.2792	14.7785	36.2965	14.7471	25/06/2012 - 10:52	137
26	36°37.55'	14°51.94'	36°36.89'	14°54.27'	36.6258	14.8657	36.6148	14.9045	25/06/2012 - 15:45	64
27	36°28.61'	15°08.94'	36°29.78'	15°10.78'	36.4768	15.1490	36.4964	15.1797	26/06/2012 - 08:12	87
28	36°44.66'	15°15.15'	36°46.22'	15°14.00'	36.7443	15.2525	36.7703	15.2333	26/06/2012 - 14:50	130
29	36°51.17'	15°14.27'	36°53.05'	15°12.49'	36.8528	15.2378	36.8842	15.2081	26/06/2012 - 21:30	30
30	37°11.48'	15°15.60'	37°12.47'	15°16.15'	37.1913	15.2599	37.2078	15.2692	28/06/2012 - 16:46	90
42	37°25.5'	15°8.52'	37°23.81'	15°9.28'	37.4249	15.1420	37.3968	15.1546	06/07/2012 - 22:45	20

Allegato 2: Report di calibrazione dei trasduttori split beam dell'echosounder EK60

27/06/2012 Calibration EK60 in Siracusa waters (37°02.664'N; 15°17.546'E)
 Depth = 13.95m;
 Sphere depth = 11 m
 Water temp. = 23.6 °C
 Salinity = 38.55 ‰

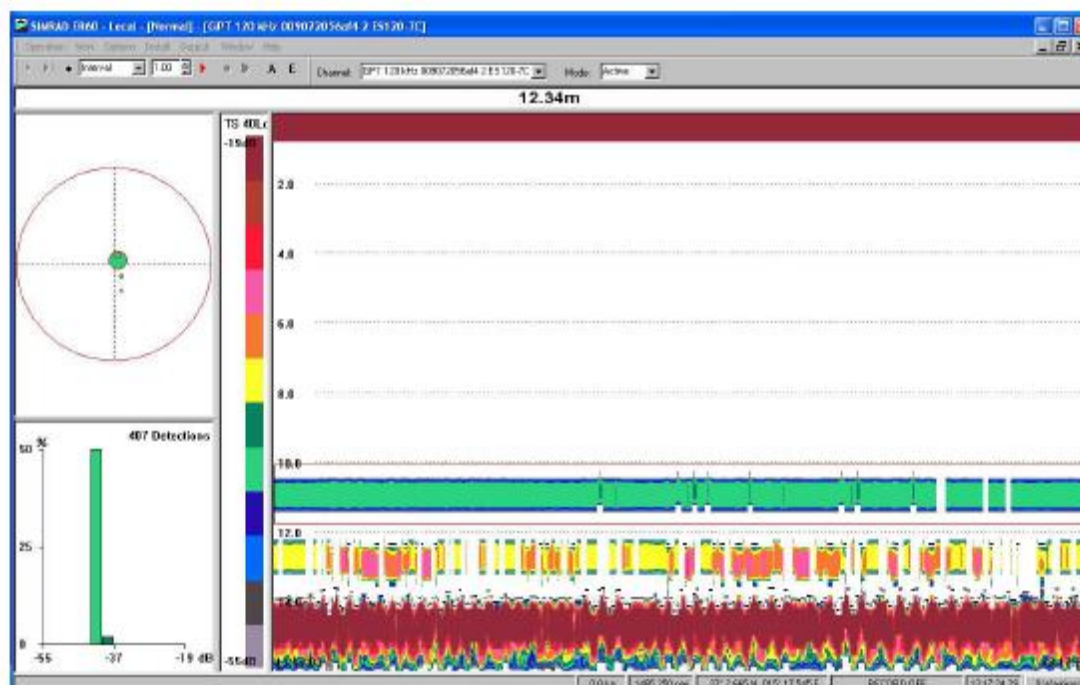
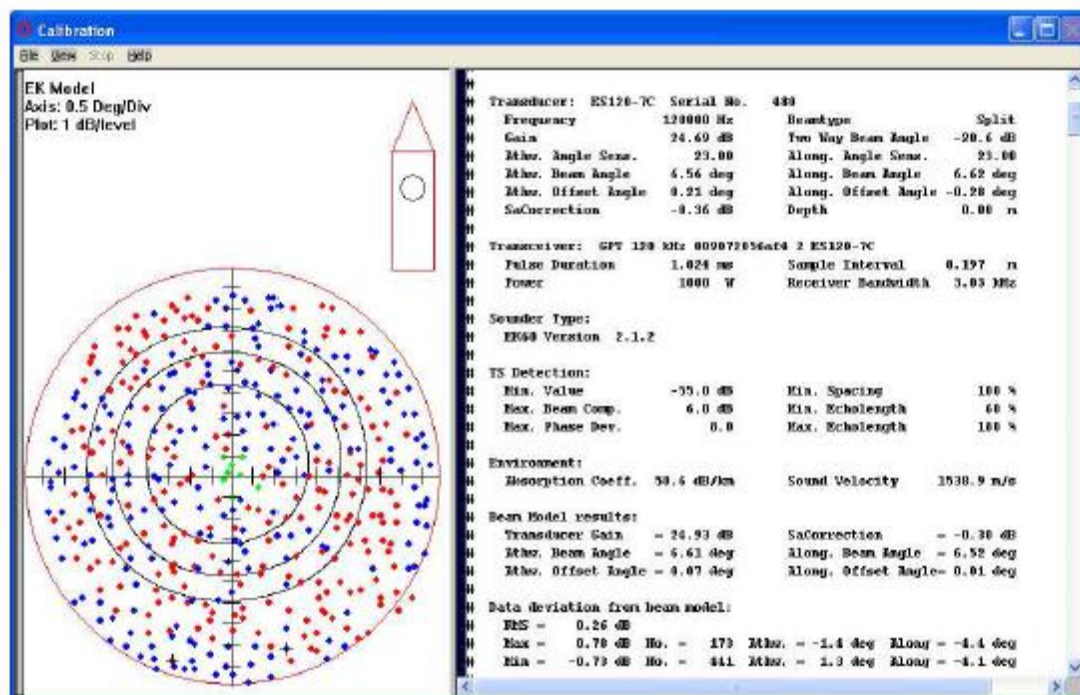
GPT38kHz, ES38B (s/n 30789): 1024mks, 2000W



File: D20120627-T101617.raw

27/06/2012 Calibration EK60 in Siracusa waters (37°02.664'N; 15°17.546'E)
 Depth = 13.95m;
 Sphere depth = 11 m
 Water temp. = 23.6 °C
 Salinity = 38.55 ‰

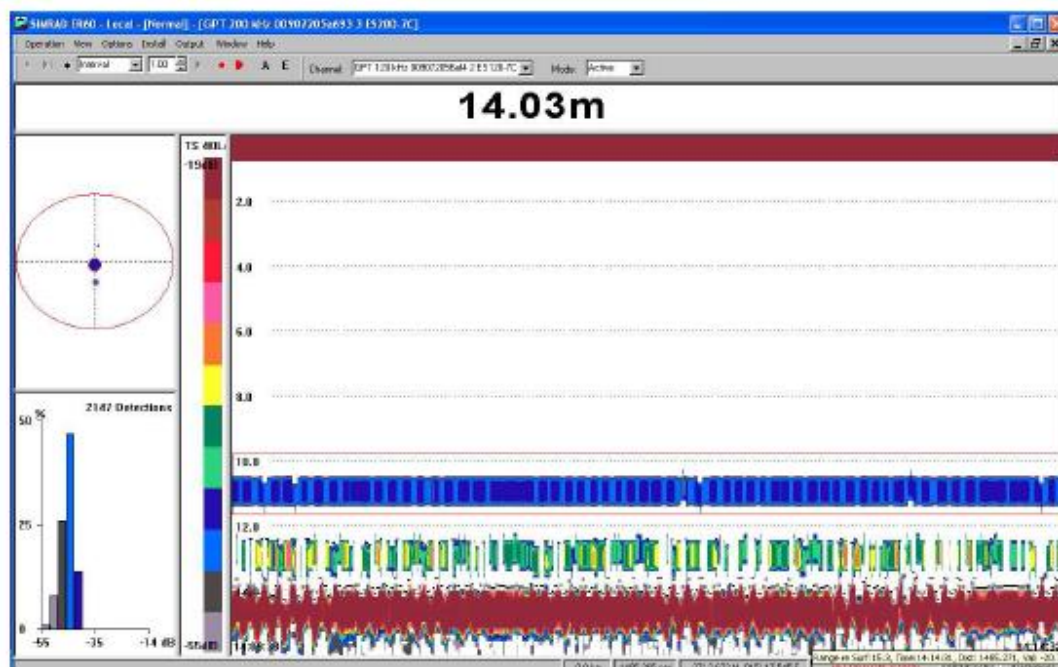
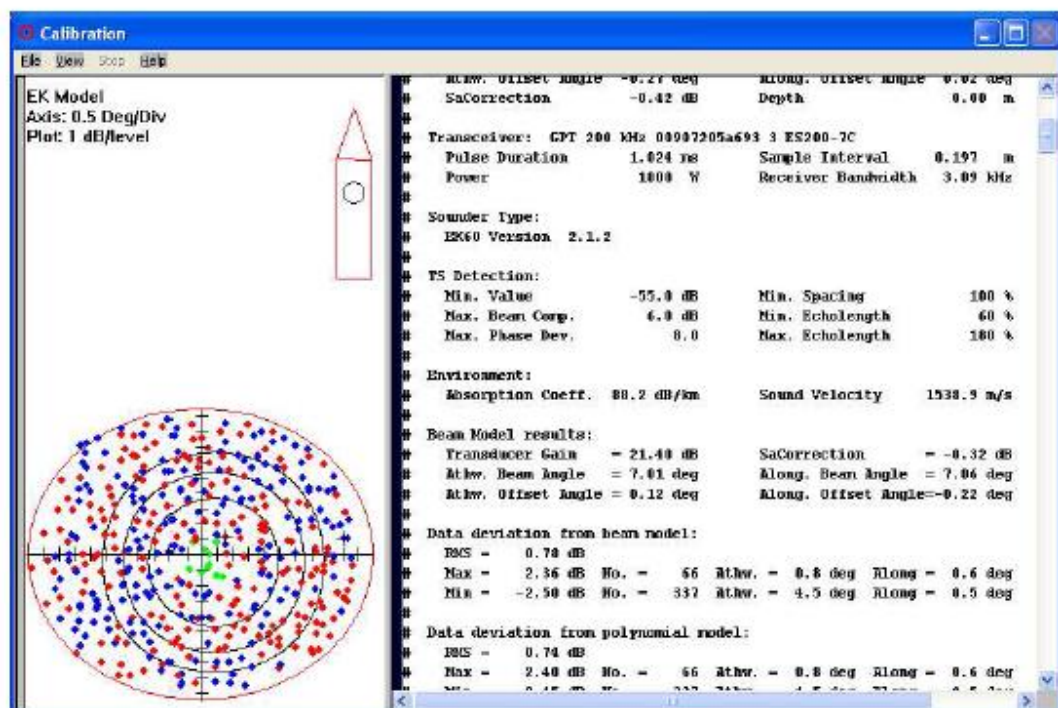
GPT120kHz, ES120_7C (s/n 480): 1024mks, 1000W



File: D20120627-T121705.raw

27/06/2012 Calibration EK60 in Siracusa waters (37°02.664'N; 15°17.546'E)
 Depth = 13.95m;
 Sphere depth = 11 m
 Water temp. = 23.6 °C
 Salinity = 38.55 ‰

GPT200kHz, ES200_7C (s/n 365): 1024mks, 1000W



File: D20120627-T140849.raw

Allegato 3: Protocollo per la lettura dell'età (ICES, 2010 – WKARA)

First of January adopted as a birthdate: if an otolith is collected from a fish caught in the first semester of the year, the age group assignment will correspond to the number of hyaline rings present. If the otolith is extracted from a fish caught in the second semester of the year the age group assigned will correspond to the hyaline rings completely formed, i.e. if the edge of the otolith is hyaline it will be not considered.

First of July as a birthdate: opposed to previous.

After the extraction the otoliths are washed thoroughly dried mounted and preserved in a synthetic resin or stored dried.

The observations of entire otoliths are made under reflected light using dissection microscopes with 20-25X magnification.

Magnification should be increased near the otolith edge to improve the discrimination of narrow hyaline rings in older individuals.

For each otolith, the number of true hyaline rings (excluding the edge), edge type, age assigned and readability (0 - good, 1 - medium, 2 - difficult), as well as false rings (checks) must be recorded.

If a faint ring occurs at a distance where a true ring should be expected (based on the diameter of the 1st annual ring) it could be also considered as a true ring for age assignment.

Since in the older specimens growth often slow down to such an extent that hyaline rings are very close each other, they are counted even if they are not continuous all around the otoliths.

When hyaline rings are very close each other forming a cluster (two or more very close rings), generally appearing in the antistrophum, we consider them as a single ring.

Assigning 1st of January as birthdate or Assigning 1st of June as birthdate, the age of fish is underestimated or overestimated respectively. Two main conclusions can be drawn:

Overall age estimates derived from monthly samples collected all the year around are not influenced by assigning 1st of January or 1st of June as alternative birthdates. Anyway, by assigning 1st of January as birthdate of anchovy we accomplish the conventional use but not the biological data on reproductive biology, viceversa by assigning 1st of June as birthdate.

Independently of the birthdate to be assigned for ageing purposes, it is mandatory to collect monthly samples all the year around to be sure to compensate age estimate inconsistencies.

Recommendations

- In order to support the identification of the 1st annual ring, the otolith radius of the first hyaline ring must be measured and used as a gauge for exclude the first check in ageing older individuals;
- Validation of first annulus has to be done and could be based on the micro-increment counts (daily rings);
- In order to identify when the hyaline/opaque rings are laid down, the otolith edge seasonal evolution should be followed across the year for different age classes and areas;

- Each reader in each area should regularly calibrate his age readings with the reference collection produced during this workshop; a workshop joining readers from the different areas should periodically (3 years) take place;
- This Workshop agreed that any decision concerning the use of the birthdate criterion in anchovy age assignment and its consequences in the stock assessment must be preceded by a more detailed analysis of juvenile fish otoliths and a broader discussion in other Working Groups;
- A strong need rises up from discussions and results of WKARA on planning a standardization meeting on the micro-increment analysis of the European anchovy otolith among Mediterranean and Atlantic partners.

Allegato 4: Principali conclusioni del WKSPMAT

Workshop on Small Pelagics (*Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*) maturity stages (WKSPMAT) 10 – 14 November 2008, Mazara del Vallo, Italy.

Discrepancies in maturity stage identification among laboratories, even when the same maturity scale is used, were detected during the Workshop. Most discrepancies were difficult to overcome also after a joined training session using the same scale. Otherwise some other discrepancies were overcome by the new stage maturity standard key.

The detection of referred discrepancies were possible within this kind of workshop, where scientists from different institutes classified the same gonad, with the same maturity key, and explained what the macroscopic characteristics were that concluded to a given classification. Also the presence of experts in reproduction biology, namely in histology, is an essential key to support the correct macroscopic identification and to link them with the reproductive cycle.

The proposed standard maturity stage key takes into account the reproductive cycle which allow an easier interpretation of the stage classification.

Maturity ogives should only be based on data collected during the peak of the spawning season considering geographical variation, because it is impossible to macroscopically distinguish immature and resting females.

The proportion of resting females during the peak of the spawning season is lower than the rest of the year.

Monthly analyses of gonadosomatic index are an important tool for the spawning season identification.

However this index and also the condition factor and the hepatosomatic index do not allow the identifications of the maturity stage and the differentiation between immature and mature fish.

Gonads freshness is very important to the correct maturity stage identification. Gonads that were frozen can present colour change and flaccidity that are because of the freezing process and not indicative of the post-spawning stage. Also frozen gonads are not appropriate for performing histology.

The calibration exercise performed during this Workshop was very useful, because the observation of fresh gonads, instead of photos, allows for a better description of some macroscopic characteristics.

More histology work should be carried on. The differentiation between immature and resting females is possible by the means of histology. Also histology on males should be undertaken to distinguish between stages I and II and on females to distinguish between stages II/IIIb, where the flaccidity is the only difference between these stages.

Final Maturity table obtained from the WKSPMAT work group

Stage	Activity	Stage Name	FEMALE	MALE
1	Inactive	Immature or Rest	Invisible or very small ovaries (cord shaped), translucent or slightly coloured (when resting)	Very small testis, translucent. Sex is very difficult to identify; Small testis, colour orange-red (when rest)
2		Developing	Wider ovaries occupying 1/4 to 1/3 of body cavity; pinkish or yellow colour. Visible oocytes are not present	The testis occupy approximately 1/3 of the abdominal cavity. White-Greyish Colour
3	Active	Imminent spawning	Ovaries occupying 3/4 to almost fitting body cavity; opaque with yellow or orange colour. Opaque oocytes are visible.	Whitish to creamy testis long about 2/3 of the body cavity. Under light pressure, sperm is not expelled
4		Spawning	Large ovaries occupying the full body cavity; fully or partially translucent with gelatinous aspect. Hyaline oocytes are visible	Whitish-creamy soft testis occupy the full body cavity. Under light pressure, sperm is expelled freely
5		Partial post-spawning	Size from 1/2 to 3/4 of abdominal cavity; not-turgid ovaries with hemorrhagic zones. Blood coloured	Deflated testicles occupy up to 2/3 of the body cavity, brownish/reddish colour.
6	Inactive	Spent	Reddish ovary shrunk; Size less than 2/3 of abdominal cavity Flaccid ovary. Some small opaque oocyte	Flaccid and thin testicles with haemorrhagic aspect.